



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# LAHDEN KAUPUNGIN KESKUSTA- ALUEEN KAUPUNKITULVARISKIALUEET

Rankkasateiden aiheuttamat tulvat

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristöteknologia  
Miljösuunnittelu  
Opinnäytetyö  
Syksy 2014  
Hilla Laurila

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristötekniikka

LAURILA, HILLA:

Lahden kaupungin keskusta-alueen  
kaupunkitulvariskialueet  
Rankkasateiden aiheuttamat tulvat

Miljöösuunnittelun opinnäytetyö, 87 sivua, 5 liitesivua

Syksy 2014

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Lahden kaupungin keskusta-alueen rankkasateiden aiheuttamien kaupunkitulvien herkimmat kohteet sekä listata parannusehdotuksia tulvien ehkäisemiseksi ja ratkaisemiseksi. Työn toimeksiantajana toimii Lahden seudun ympäristöpalvelut ja työ on osa Ilmastokestävä kaupunki – työkaluja suunnitteluun (ILKKA)-hanketta. ILKKA-hankkeen tarkoituksena on edistää ilmastokestävää kaupunkisuunnittelua ja tuottaa materiaalia suunnittelun avuksi. Työtä käytetään pohjamateriaalina kaupunkitulvariskien ehkäisyssä.

Muuttuva ilmasto haastaa kaupungit miettimään uusia ratkaisuja, miten vastata haasteisiin, sopeutua niihin tai ehkäistä niitä. Lisääntyvät sään ääri-ilmiöt, kuten myrskyt ja tulvat, luovat häiriötä yhdyskuntien toimivuuteen. Lahdessa lisääntyvien rankkasateiden myötä kaupunkitulvat ovat mahdollisia ja niistä on kokemusta jo aiemmilta vuosilta.

Teoriaosuudessa on käsitelty yleisesti ilmastomuutoksen tilaa, lainsäädäntöä, hulevesien ja tulvariskien hallintaa sekä Lahden kaupungin ominaispiirteitä, järjestelmiä, hallintamenetelmiä hulevesien- ja tulvariskien hallinnassa sekä ratkaisuja ongelmien ehkäisemiseksi. Käytännönsuudessa on laadittu kartta kaupunkitulvavesien virtaussuunnista ja viipymiskohdista tarkastelualueella Lahden kaupungin korkeuspistemateriaalin avulla. Lisäksi kartasta selviää tarkastelualueen vedenjakajakohdat.

Asiasanat: ilmastomuutos, tulvariski, hulevesi, rankkasade, kaupunkitulva, hulevesien hallinta, tulvariskien hallinta

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

LAURILA, HILLA: Urban Flood Risk Areas in the City  
Center of Lahti  
Floods Causes by Heavy Rains

Bachelor's Thesis in Environmental Planning, 87 pages, 5 pages of appendices

Autumn 2014

## ABSTRACT

---

The objective of this thesis was to study urban flood risk areas in the city center of Lahti and make a list of suggestions for improvement to prevent floods and solve the problems caused by them. The work was commissioned by Lahti Region Environmental Services and it is part of the Climate-Proof City – Tools for Planners (ILKKA) project. The purpose of the ILKKA project is to promote climate-proof urban planning and produce material to help planning. This thesis will be used as base material for urban flood risk prevention.

The climate change challenges the cities to think of new solutions for how to meet the challenges and how to adapt to them. The growing number of extreme weather phenomenas like storms and floods disturb to the functioning of communities. Urban floods caused by increasing heavy rains are possible in Lahti and there have already been such floods.

The theory part covers the status of climate change in general, legislation, and stormwater and flood risk management. It also consists of the characteristics, systems, and management methods of stormwater and flood risk of the City of Lahti, as well as solutions to deal with those problems. The practical part consists of a map about the flow direction of urban flood water and it's accumulation points. It has been formed using the height point material of the City of Lahti. In addition, the map shows the watershed lines in the review area.

Key words: climate change, flood risk, stormwater, heavy rain, urban flood, stormwater management, flood risk management

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TYÖN TARKOITUS	2
2.1	Työn tavoitteet ja menetelmät	2
2.2	Haastattelut	3
3	EU:N ILMASTOPOLITIIKKA JA HANKKEET	4
3.1	EU:n ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategia	4
3.2	Sopeutumisstrategian tavoitteet	5
3.3	Euroopan unionin direktiivit	7
3.3.1	EU:n tulvadirektiivi (2007/60/EY)	7
3.3.2	Vesiputedirektiivi	8
3.3.3	Pohjavesidirektiivi	8
3.4	The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)	9
4	HULEVEDET JA TULVARISKIT SUOMEN LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ	11
4.1	Vesilaki 587/2011	11
4.2	Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999	12
4.3	Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010	12
4.4	Vesihuoltolaki 119/2001	13
4.5	Ympäristönsuojelulaki 86/2000	13
4.6	Uusi ilmastolaki	14
5	ILMASTONMUUTOS SUOMESSA	16
5.1	Ilmastonmuutoksen Kansallinen Sopeutumisstrategia	16
5.2	Ilmastonmuutoksen kehityspolut	18
5.3	Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa	19
5.4	Strategian päämäärät ja toimenpiteet	21
6	HYDROLOGIA JA HULEVESIEN HALLINTA TAAJAMASSA	25
6.1	Hydrologinen kierto taajamassa	25
6.2	Valunta taajamassa	26
6.3	Hulevesien hallinta yleisesti	27
6.4	Maankäyttö hulevesien hallinnassa	27
6.5	Hulevesien luonnonmukaiset hallintamenetelmät	29
6.5.1	Imeyttäminen	29
6.5.2	Viivyttäminen	32

6.5.3	Johtaminen	35
6.6	Hulevesiviemäreiden mitoitus	38
6.7	Mitoitus Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D1	39
6.8	Liikennealueiden hulevesien hallinta	40
6.9	Kunnossa- ja puhtaanapito	40
6.10	Hulevesien ongelmat, laatu ja ympäristövaikutukset	41
7	HULEVESIEN HALLINTA LAHDEN KESKUSTASSA	45
7.1	Lahden kaupungin hulevesiohjelma	45
7.2	Lahden kaupungin strategia 2025, ympäristölähtöisyys	48
7.3	Hulevesien hallintamenetelmät Lahdessa	49
7.3.1	Lahden hulevesien määrä ja laatu	50
7.3.2	Hulevesikuormitus Vesijärvessä	51
7.4	Pohjavesien suojeleminen Lahdessa	52
8	TULVARISKIEN HALLINTA LAHDEN KESKUSTASSA	55
8.1	Tulvariskien hallintamenetelmät	56
8.2	Keskusta-alueen ominaispiirteet	58
8.3	Keskustan rankkasateiden kestokyky	60
8.4	Tulvavahinkojen korvaaminen	64
8.5	Ratkaisuja kaupunkien rankkasadetulvavesien hallintaan	65
9	KAUPUNKITULVARISKIKOhteet KESKUSTASSA	67
9.1	Aluerajaus	67
9.2	Havainnot	68
9.3	Tarkastelualueen ulkopuolisia kaupunkitulvariskikohteita	71
10	YHTEENVETO	73
10.1	Parannusehdotukset	73
10.2	Jatkotutkinta-aiheet	77
	LÄHTEET	78
	LIITTEET	88

## **KÄSITTEET**

### **CLIMATE-ADAPT**

Climate-Adapt on verkkopohjainen Euroopan ilmastonmuutosportaali, joka tukee Euroopan sopeutumista ilmastonmuutokseen. Ilmastonmuutosportaali auttaa ja jakaa informaatiota, joka koskee odotettua ilmastonmuutosta Euroopassa, nykyisiä ja tulevia haavoittuvia alueita ja aloja, kansallisilla ja maailmalaajuisilla sopeutumisstrategioilla, sopeutumistutkimuksilla ja sopeutumistoimilla sekä antaa työkaluja sopeutumisen suunnittelun tukemiseen.

### **EU CITIES-ADAPT**

EU cities adapt-hanke liittyy Euroopan unionin ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategiaan (2013), jonka tavoitteena ilmaston kestävyys EU:n alueella. Euroopan unioni voi toiminnallaan edistää parempaa koordinoitua, tukea jäsenvaltioiden välistä tiedonvaihtoa sekä huomioida sopeutumisen näkökohdat kaikissa EU:n politiikoissa. Lahti on hankkeessa ainoa suomalainen partneri. Climate-Adapt-hanke on EU Cities-Adapt-hankkeen tuotos.

### **GREEN CITY (Kestävän kehityksen kehittämisohjelma)**

Green City on EAKR (Euroopan aluekehitysrahasto) -rahoitteinen laaja kehittämisohjelma, jonka tavoitteet painottuvat energiatehokkuuteen, kestävään liikkumiseen ja kaupungin kehittämiseen asukkaiden osallistumisen tukemisella. Lahden kaupunki pyrkii olemaan toiminnallaan ilmastotyön edelläkävijä ja kokonaisvaltainen kestävä kehityksen kaupunki. Ohjelma on päättynyt vuoden 2013 lopussa, mutta sen jatkuvuus on pyritty turvaamaan.

## **GREEN OFFICE (WWF Ympäristöjärjestelmä)**

Green Office on käytännönläheinen WWF:n ympäristöjärjestelmä, jonka tavoitteena on ekologisen jalanjäljen pienentäminen ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen eri organisaatioiden toimistoissa. Käyttöoikeuden Green Office -merkkiin voi saada täyttämällä eri kriteerejä, joita ovat muun muassa käytännönläheisen ympäristöohjelma laatiminen ja sen vuosittainen päivittäminen, ympäristönäkökohtien huomioiminen hankinnoissa, kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen säästämällä energiaa sekä jätteen vähentäminen ja sen kierrätys sekä lajittelu paikallisten jätehuoltomääräysten mukaan. Lahden kaupungilla on Green Office -status.

## **ILKKA (Ilmastonkestävä kaupunki – työkaluja suunnitteluun -hanke)**

ILKKA-hankkeessa edistetään ilmastonkestävää kaupunkisuunnittelua. Hanke käynnistettiin 9/2012 ja sen tarkoituksena on luoda suunnittelutyökaluja ja -ohjeistuksia kaupunkisuunnittelijoille sekä rakennus- ja viheralan yrityksille ilmastonmuutoksen huomioonottamisesta suunnittelussa. Mukana hankkeessa ovat Helsingin kaupunki, Lahden kaupunki, Turun kaupunki, Vantaan kaupunki, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, Ilmatieteen laitos sekä Turun yliopisto. Hanke on EAKR-rahoitteinen ja päättyy 10/2014.

## **IPCC (Hallitusten välinen ilmastonmuutospaneeli)**

IPCC-järjestöön kuuluu 195 jäsenmaata, ja se on johtava kansainvälinen elin ilmastonmuutoksen arvioinnissa ja avoin kaikille YK:n sekä WMO:n jäsenmaille. IPCC ei tee tutkimusta, vaan tarkastelee ja arvioi viimeisimpiä sosioekonomisia, tieteellisiä sekä teknisiä tuotoksia ilmastonmuutoksen ymmärtämiseksi. IPCC:n tekemä työ perustuu tuhansien tutkijoiden vapaaehtoiseen työskentelyyn.

## **LIFE (Euroopan unionin ympäristöalan rahoitusjärjestelmä)**

Life-hankkeet ovat merkittävämpiä kansallisia ympäristöhankkeita. LIFE-hankkeella pyritään käynnistämään muutoksia politiikan valmistelussa ja täytäntöönpanossa tarjoamalla ja levittämällä ratkaisuja ja parhaita käytäntöjä ympäristö- ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi sekä edistämällä innovatiivisia ympäristöön ja ilmastonmuutokseen liittyviä teknologioita.

## **RYVE (Kaupunkivedet ja niiden hallinta -hanke)**

RYVE eli kaupunkivedet ja niiden hallinta-hanke on neliosainen tutkimus- ja kehityshanke, joka tutkii rakennetun ympäristön aiheuttamia hydrologisia muutoksia ja vesistökuormitusta sekä valuma-alueissa tapahtuneita muutoksia. Hanketta on toteuttanut Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio yhteistyössä Helsingin yliopiston luonnonmaantieteen laboratorion, Suomen ympäristökeskuksen, Espoon kaupungin sekä Helsingin luonnonsuojeluyhdistyksen kanssa. Hankkeella lisätään myös vaikutusten vähentämiseen tähtäävää tietoutta. Hanke päättyi vuonna 2003.

## **SATEEN INTENSITEETTI**

Sateen intensiteetillä tarkoitetaan tietyn aikavälin keskimääräistä sadantaa, tietyllä pinta-alalla. Yksikkönä käytetään yleisimmin mm/h. Sateen intensiteetin määrittelyssä tärkeää on itse sadetapahtuman määrittäminen. Ilmastonmuutos aiheuttaa muutoksia sateiden intensiteetissä. Sateen frekvenssi kertoo, miten usein tietynlainen sadetapahtuma esiintyy lukumäärällisesti tilastoaineistossa.



## **VAT (Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet)**

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat Valtioneuvoston linjaamia, koko maan kannalta merkittäviä alueidenkäytön kysymyksiä, sekä osa maankäyttö ja rakennuslain mukaista alueiden käytön suunnittelujärjestelmää. Tärkeänä teemana on vastaaminen ilmastonmuutoksen haasteisiin ja siihen sopeutuminen.

Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen on avainasemassa, jolloin suunnittelussa tulee huomioida erityisesti myös tulvariskit vettä läpäisemättömien pintojen lisääntyessä. Hulevesien hallintatoimia edellytetään rakentamisen yhteydessä, jotta valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet täyttyvät. Valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista päätettiin vuonna 2000, jonka jälkeen sitä on tarkistettu tavoitteiden sisällön osalta.

## 1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos on todellinen ongelma ja sen vaikutukset ovat alkaneet näkyä koko maailmassa. Sopeutuminen ilmastonmuutokseen on aloitettu Euroopan tasolla ja sopeutumistoimet pyritään saamaan maailmanlaajuisiksi. Euroopan unioni ohjaa lainsäädännöllään ja direktiiveillään Eurooppaa ilmastonkestäväksi (Euroopan unioni 2013). Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomen lämpötilamuutoksiin uskotaan olevan suurempia, kuin yleisesti muualla maailmassa. Vaikutukset tulevat näkymään muun muassa keskilämpötiloissa ja sateisuudessa sekä sään ääri-ilmiöiden lisääntymisessä. Sään ääri-ilmiöt, kuten myrskyt ja tulvat voivat vaikuttaa negatiivisesti myös yhteiskunnan toimivuuteen ja luoda häiriötä. Keskeisessä asemassa ovat riskien hallinta ja vaikutuksiin sopeutuminen (Maa- ja metsätalousministeriö 2014).

ILKKA-hankkeen eli ilmastonkestävän kaupungin osaprojektin kuvauksen tavoitteessa esitetään selvitettäväksi ilmastonmuutoksesta johtuvien lisääntyvien sateiden vaikutuksia vesistöihin ja pohjavesiin, jotka eivät ole tarkalleen tiedossa (ILKKA-hanke 2014). CLIMATE-ADAPT -hankkeen työryhmä on koonnut 17.1.2014 yhteenvedon ääri-ilmiöiden vaikutusten arvottamisesta. Suurimmaksi uhaksi Lahdessa on arvotettu vesi. Veteen kytkeytyviä uhkia ovat kaupunkitulvat, joista suurin osa on rankkasateiden aiheuttamia. Pitkän aikavälin ilmiöiden arvottamisessa vuoden 2013 alussa erittäin merkittäväksi ilmiöksi arvotettiin lisääntyneiden hulevesien hallinta. Toisena tuli sadevesien imeyttäminen. (Lahden kaupunki 2014.)

Tässä työssä selvitetään tulvariskien ja hulevesien, eli maan pinnalta, rakennuksien katoilta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavien sade- ja sulamisvesien hallintaa sekä Lahden kaupungin keskusta-alueen rankkasateiden synnyttämien kaupunkitulvien riskikohteet. Sadevesien kulkusuuntien ja viipymiskohtien selvittäminen korkeuspisteaineiston avulla edesauttaa kaupunkitulviin varautumista sekä niiden ehkäisyä. Ennakoinnilla pyritään ehkäisemään mahdolliset riskit, niin maankäytön, kunnallistekniikan ja yksittäisten kiinteistöjen tasolla.

## 2 TYÖN TARKOITUS

Lahden kaupunki on mukana Ilmastonkestävä kaupunki eli ILKKA-hankkeessa, jossa edistetään ilmastonkestävää kaupunkisuunnittelua. Hanke käynnistettiin 9/2012, ja sen tarkoituksena on luoda suunnittelutyökaluja ja -ohjeistuksia kaupunkisuunnittelijoille sekä rakennus- ja viheralan yrityksille ilmastonmuutoksen huomioonottamisesta suunnittelussa. Hankkeessa on mukana Helsinki, joka toimii pääkoordinoijana, Lahden kaupunki, Turun kaupunki, Vantaan kaupunki, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, Ilmatieteen laitos, sekä Turun yliopisto. Hanke päättyy 10/2014. (ILKKA-hanke 2014.)

Tämä opinnäytetyö liittyy ILKKA-hankkeeseen, ja sen tarkoituksena on selvittää Lahden kaupungin keskusta-alueen rankkasateiden aiheuttamat tulvaherkimmät kohteet. Työn punaisena lankana toimii ajatus: ”Mitä jos sataa enemmän, kuin koskaan aikaisemmin on satanut?”. Työn ohjaajana on toiminut Lahden seudun ympäristöpalveluiden ympäristönsuojelusuunnittelija Timo Permanto. Lahden ammattikorkeakoululta työn ohjaajana on toiminut Paula Salomäki. Työtä hyödynnetään osana hanketta ja sen avulla varaudutaan jatkotoimenpiteisiin tulvariskien minimoimiseksi.

### 2.1 Työn tavoitteet ja menetelmät

Työn tavoitteena on tutkia Lahden kaupungin keskustan pinnanmuotoja ja korkeuspisteaineistoa ja selvittää niiden avulla tulvariskikohteet. Lisäksi työssä selvitetään yleisesti ilmastonmuutoksen tilaa, hulevesien- ja tulvariskien hallintaa sekä hankkeita ja järjestelmiä, joiden pohjalta Lahden kaupunki toimii. Työn lähdeaineistona on käytetty Lahden seudun ympäristöpalveluilta saatuja materiaaleja, verkkomateriaaleja, kirjallisuutta, kaupungin karttapalvelua, seminaarimateriaalia, omia havaintoja sekä työn pohjaksi tehtyjä useita haastatteluita. Kuvamateriaali on poimittu materiaaleista tai toteutettu itse. Vesien virtaussuunnat ja viipymiskohdat piirretään AutoCADilla karttapohjaan.

## 2.2 Haastattelut

Työn pohja-aineistoa kerättiin haastattelemalla Lahden kaupungin henkilökuntaa sekä muita työhön oleellisesti liittyviä toimijoita. Haastattelut tehtiin syksyn 2013 ja vuoden 2014 aikana yhteistyössä Lahden kaupungin ympäristönsuojelusuunnittelija Timo Permannon kanssa. Haastateltavien joukossa olivat mukana muun muassa Aqua Palvelu Oy:n toimitusjohtaja Hannu Mustonen, Päijät-Hämeen pelastuslaitoksen palomestari Mika Nevalainen, Päijät-Hämeen kuntien yhteinen turvallisuus- ja riskienhallintapäällikkö Antti Prepula sekä Lahden kaupungilta rakennuslupapäällikkö Markku Sivonen, LVI-insinööri Kari Siikanen, yleiskaava-arkkitehti Johanna Palomäki, suunnitteluinsinööri Petri Peltonen, paikkatietoinsinööri Sami Kajander ja mittauspäällikkö Petri Honkanen. Työn sisällön suunnittelussa ja lähdeaineiston keräämisessä olivat myös apuna muiden muassa Taru Hämäläinen, Emmi Leppänen ja Hilppa Gregow.

### 3 EU:N ILMASTOPOLITIIKKA JA HANKKEET

Ilmastomuutoksen vaikutukset ovat alkaneet näkyä koko maailmassa yhä selvemmin. Maapallon keskilämpötila on kohonnut, minkä seurauksena jäätiköt ovat alkaneet sulaa, merenpinta nousta sekä sademäärät muuttuneet eri puolilla maapalloa. Jo kustannussyistä sopeutuminen on aloitettava heti. Ilmaston lämpenemisen rajoittaminen vakavimpien riskien ja laaja-alaisimpien peruuttamattomien vaikutusten välttämiseksi on oltava maailmanlaajuisen yhteisön ensisijainen tavoite tulevaisuudessakin. (Euroopan unioni 2013, 2.)

#### 3.1 EU:n ilmastomuutoksen sopeutumisstrategia

EU on ryhtynyt toimiin ilmastovaikutuksiin sopeutumiseksi ja luonut strategian ilmastomuutokseen sopeutumiseksi kaikilla tasoilla paikallistasosta alueelliseen ja kansalliseen tasoon. EU:n lähestymistapa on kustannuslähtökohtainen. Ilmastomuutoksen vaikutukset kaikkiin Euroopan unionin valtioihin ovat ja tulevat olemaan merkittäviä. Etenkin monissa talouden aloissa sekä ekosysteemeissä vaikutukset näkyvät jo nyt. EU:n yhtenäisyys voi vaarantua reagoimatta jättämisen seurauksena, sekä jäsenvaltioiden väliset sosiaaliset erot kasvaa. Tietyillä aloilla maailmanlaajuiset muutokset sateisuudessa voivat luoda uusia, mutta epävarmoja mahdollisuuksia etenkin Pohjois-Euroopassa. EU on luonut yhteisen ilmastomuutoksen sopeutumisstrategian auttamaan päätöksentekoa. (Euroopan unioni 2013, 2-4.)

Verkkopohjainen Euroopan ilmastomuutosportaali CLIMATE-ADAPT on merkittävin aikaansaannos, jonka vuonna 2009 julkaistu valkoinen kirja Ilmastomuutokseen sopeutuminen: kohti eurooppalaista toimintakehystä esittää. Kirjassa esitetyt useat toimenpiteet on pantu pitkälti täytäntöön. Portaali avattiin maaliskuussa 2012, ja se sisältää hyödyllisiä poliittisen päätöksenteon tukivälineitä sekä viimeisimpiä tietoja EU:ssa toteutetuista sopeutumistoimista. ”EU on alkanut ottaa ilmastomuutokseen sopeutumisen huomioon useissa omissa politiikoissaan ja rahoitusohjelmissaan.” (Euroopan unioni 2013, 4.) Helmikuuhun 2014 mennessä sopeutumisstrategian on hyväksynyt 17 EU:n jäsenvaltiota (Adaptation strategies 2014).

Sopeutuminen on vielä alkuvaiheessa, ja sen seuranta on hankalaa seurantamenetelmien puuttuessa. EU:ssa pyritäänkin yhteistyöhön politiikalla ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyvissä asioissa naapurimaiden, sekä kehitysmaiden kanssa. Epävarmuus ilmastonmuutoksen kehityksen kulusta ja tulevista vaikutuksista luo haasteita päätöksentekoon. Epävarmuudesta huolimatta EU ryhtyy toimiin, mutta suosimalla mahdollisimman edullisia ratkaisuja. Tällaisia ratkaisuja ovat esimerkiksi kustannustehokkaat ekosysteemeihin perustuvat lähestymistavat ja kestävä vesihuolto. Sopeutumistoimilla pyritään hallitsemaan katastrofeja ja niistä aiheutuvia kustannuksia. Samalla luodaan uusia työpaikkoja etenkin teknologian alalla, edistetään kestävästä kasvusta ja lisätään ilmastokestävyyttä edistäviä investointeja. (Euroopan unioni 2013, 5.)

### 3.2 Sopeutumisstrategian tavoitteet

”EU:n sopeutumisstrategian yleisenä tavoitteena on edistää ilmastonmuutosta paremmin kestävä Eurooppaa.” Tarkoituksena on valmiuksien ja kykyjen vahvistaminen vastaamaan ilmastonmuutokseen ja luomaan yhtenäinen lähestymistapa ja parantaa koordinoitua kaikilla tasoilla: paikallisilla, alueellisilla, kansallisilla ja EU:n tasoilla. Päättävöitteitä on kolme: jäsenvaltioiden tavoitteiden edistäminen, syvällisempään tietoon perustuva päätöksenteko sekä EU:n toimien ilmastokestävyyden varmistaminen: sopeutumisen edistäminen tärkeimmillä ilmastonmuutokselle kaikista herkimmillä aloilla. (Euroopan unioni 2013, 6-9.)

Jäsenvaltioiden tavoitteiden edistämisen kannalta on tärkeää yhdenmukaisuus suunnittelussa ja hallinnassa sekä niiden perustuminen yhteisille lähestymistavoille. Maailmanlaajuisella tasolla olisi suositeltavaa toteuttaa YK:n puitesopimuksen mukaisesti kansalliset sopeutumisstrategiat, joilla pyritään ehkäisemään katastrofeja. EU:n komissio antaa suuntaviivat sopeutumisstrategian laatimiseen ja tukee toimintaa LIFE-rahoitusvälineen kautta. LIFE-rahoituksilla tuetaan erityisesti aloja, jotka ovat ilmastonmuutokselle erityisen herkkiä ja ulottuvat monen valtion alueelle, esimerkiksi rajat ylittävillä rannikkoalueilla ja kestävässä vesihuollossa. Lisäksi sopeutuminen sisällytetään kaupunginjohtajien ilmastopöimukseen (The Covenant of Mayors) (2013/2014), etenkin

kannustamalla paikallisten sopeutumisstrategioiden hyväksymistä ja vapaaehtoisten sitoumusten tekemistä, koskien ryhtymistä tiedotustoimiin. (Euroopan unioni 2013, 6-7.)

Syvällisempään tietoon perustuvan päätöksenteon kannalta on hyvä, että tietämys sopeutumisesta on yhä parempaa. Vaikka tietämys onkin laajaa, on tärkeää paikata puutteet tietämyksessä. Tärkeintä on paikata puutteet ilmastonmuutokseen sopeutumisen ”*kustannuksista ja hyödyistä sekä tiedot vahingoista, alue- ja paikallistason analyysit ja riskinarvioinnit, puitteet, mallit ja välineet, joiden avulla voidaan tukea päätöksentekoa ja arvioida, kuinka tehokkaita eri sopeutumistoimet ovat sekä toteutettujen sopeutumistoimien seuranta- ja arviointivälineet*”. EU:n kannalta on tärkeä keskittää CLIMATE-ADAPT -ilmanmuutosportaali tietopaikaksi Euroopassa, koskien ilmastonmuutokseen sopeutumista. Tietojen saatavuuden parantaminen CLIMATE-ADAPT -ilmanmuutosportaalissa on keskeistä vuorovaikutuksen kannalta, samalla hyödyntäen politiikkaa ja siitä saatuja kokemuksia. (Euroopan unioni 2013, 7-8.)

EU:n toimien ilmastokestävyyden varmistamisella tarkoitetaan sopeutumisen edistämistä tärkeimmillä ja ilmastonmuutokselle kaikista herkimmillä aloilla. Ilmastokestävyyden varmistaminen on jo aloitettu EU:n politiikoissa muun muassa koskemaan merialueita, metsätaloutta sekä biologista monimuotoisuutta. Sopeutumistoimien edistämistä politiikoissa jatketaan esimerkiksi energian aloilla. Erityisen tärkeää on helpottaa yhteistä maatalous-, koheesio- ja kalastuspolitiikkaa ilmastokestäväksi ja lisätä valmiuksia. Tärkeää on myös pitkäkestoisen infrastruktuurin kestävyysparantaminen sekä luonnonkatastrofien varalta otettavien vakuutusten yleistyminen markkinoilla. Lisäksi edistetään investointien sekä rahoitustuotteiden hyödyntämistä riskien lieventämiseksi ja tietoisuuden lisäämiseksi. (Euroopan komissio 2013, 9-10.)

EU:n ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategian saattamiseksi täytäntöön, jatkaa komissio yhteistyötä ja vuoropuhelua sidosryhmien kanssa. Rahoitus tapahtuu EU:n rahoitusohjelmilla, joihin on sisällytetty ilmastonmuutokseen sopeutuminen. EU:n talousarvion luonnoksessa (2013) on esitetty 20 prosentin osaa ilmastoon liittyviin kuluihin. Useat rahastot ja rahoituslaitokset tukevat myös ilmastonmuutokseen sopeutumistoimia, kuten Euroopan investointipankki sekä

Euroopan jälleenrakennus- ja kehityspankki. Lisäksi jäsenvaltioiden viranomaisia kannustetaan toimimaan rahoituslähteiden saamiseksi ja toiminnan tehostamiseksi. Poliitiikan edistymistä seurataan ja arvioidaan, jolloin niiden painopiste on vaikutusten seurannassa. Vuonna 2017 komissio laatii kertomuksen strategian täytäntöönpanon edistymisestä, joka perustuu jäsenvaltioiden kasvihuonekaasupäästöjen seuraamiseen ja raportointiin. Kertomus laaditaan Euroopan parlamentille ja neuvostolle ja tarvittaessa se tarkistetaan. Tärkeintä strategian täytäntöönpanossa on EU:n taloudellinen tuki, jäsenmaiden yhteistyö sekä syvälliseen tietoon perustuva päätöksenteko. (Euroopan unioni 2013, 11-12.)

### 3.3 Euroopan unionin direktiivit

Euroopan unionilla on useita lainsäädännöllisiä ohjeita ja säädöksiä, jotka velvoittavat jäsenmaita. Säädöksillä pyritään EU:n perussopimuksissa määriteltyihin tavoitteisiin. Direktiiveissä määriteltyihin tavoitteisiin täytyy kaikkien EU-maiden pyrkiä. Käytännöstä saavat maat päättää itsenäisesti, jolloin maiden vastuulla on myös toimeenpanevien lakien säätäminen. Jäsenvaltiot ovat vastuussa direktiivien tuomisesta osaksi kansallista lainsäädäntöä. Kaikkialla EU:ssa on sovellettava asetusten kaikkia osia, jotka ovat sitovia säädöksiä. Seuraavissa luvuissa on esitelty EU:n direktiivejä, joilla on vaikutusta hulevesiin ja tulvariskeihin.

#### 3.3.1 EU:n tulvadirektiivi (2007/60/EY)

EU:n tulvadirektiivi on tullut voimaan laein ja asetuksin vuonna 2007, ja se koskee tulvariskien hallintaa sekä arviointia. Tulvadirektiivin tarkoituksena on vähentää tulvariskialueella vahinkoa ja riskejä, jotka kohdistuvat yhteisön ihmisiin, talouteen, ympäristöön sekä kulttuuriperintöön. Direktiivissä määritellään, mitä tulvalla tarkoitetaan ja miten niiden ehkäisemiseksi sekä niiden sattuessa toimitaan. Direktiivissä luodaan puitteet tulvariskien hallinnalle ja arvioinnille, joilla pyritään vähentämään tulvista aiheutuvia vahinkoja. Jäsenvaltioiden on tehtävä alustavaa arviointia tulvariskeistä vesipiirien osalta ja saatavilla olevien tietojen avulla. Niiden tulee myös laatia tulvariski- ja tulvavaarakartat alueilla, joilla riski on olemassa. Karttojen pohjalta tulee laatia



tulvariskien hallintasuunnitelmat, joissa huomioidaan muun muassa tulvareitit, kustannukset, hyödyt sekä tulvan laajuus. Karttoja tulee tarkastella ja päivittää viimeistään 22. joulukuuta 2019 mennessä ja sen jälkeen tarkastaa joka kuudes vuosi. Tavoitteena on tietojen vaihto jäsenvaltioiden kanssa ja parantaa tehokkuutta maiden välillä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/60/EY 2007.)

Kaupunkitulvariskikohteiden selvittäminen Lahden keskusta-alueella liittyy suoraan tulvadirektiiviin säädöksiin. Selvittämällä tulvaherkät kohteet pyritään ehkäisemään kaupunkitulvista aiheutuvia haittoja ja vahinkoja. Tulvadirektiivin laatiminen on suora seuraus ilmastonmuutoksen vaikutuksista vesiin.

### 3.3.2 Vesipuitedirektiivi

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY on asetettu vuonna 2000, 23. lokakuuta, ja se antaa yleiset periaatteet ja puitteet vesipolitiikan suuntaviivoille. Vesipolitiikalla edellytetään tehokkaita, avoimia sekä yhdenmukaisia lainsäädännöllisiä puitteita. Vesipuitedirektiivillä pyritään yhteisen vesiympäristön parantamiseen ja säilyttämiseen sekä hyvälaatuisen juomaveden turvaamiseen. Jokaisen EU:n jäsenvaltion odotetaan suunnittelevan ja panevan täytäntöön toimenpiteet vesien hyvän tilan saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi. Vesipuitedirektiivissä vedotaan myös pohjavesien suojelemiseksi tehtäviin toimenpiteisiin, sillä ne ovat hitaasti uusiutuva luonnonvara. Vuoteen 2015 mennessä kaikkialla Euroopassa on tavoitteena hyvä kemiallinen ja määrällinen tila pohjavesissä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY 2007.)

Vesien suojeleminen, parantaminen ja säilyttäminen hyvälaatuisena ja juomavedeksi kelpollisena on kaupunkitulvien hallinnassa tärkeää. Kaupunkitulvat voivat vaikuttaa negatiivisesti veden laatuun.

### 3.3.3 Pohjavesidirektiivi

Pohjavesidirektiivi 2006/118/EY pohjautuu Euroopan unionin vesipuitedirektiiviin 2000/60/EY, ja se on asetettu täydentämään sitä.

Pohjavesidirektiivillä pyritään estämään tai rajoittamaan pohjavettä pilaavia ja huonontavia päästöjä asetetuilla laatustandardeilla ja toimenpiteillä.

Pohjavesidirektiivi vaatii jäsenmaita muun muassa tekemään selvityksiä pilaantumistrendeistä, vahvistamaan pohjaveden raja-arvot (vuonna 2008) ja tekemään direktiivin vaatimat teknisten määräysten tarkistukset (vuonna 2013, jonka jälkeen kuuden vuoden välein). Vesipuitedirektiivissä asetettujen ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi vuoteen 2015 mennessä on jäsenmaiden tehtävä erinäisiä toimenpiteitä pohjavesien hyväksi. Tärkeitä toimenpiteitä ovat hyvän kemiallisen tilan saavuttaminen, nousevien pitoisuusmuutosten määrittäminen ja kääntäminen laskeviksi sekä pilaavien päästöjen estäminen tai vähentäminen. (Euroopan komissio 2008, 24-28.)

Pohjavesidirektiivi ei suoranaisesti käsittele ilmastonmuutoksen vaikutuksia pohjavesioloihin tai pohjavesien laatuun, mutta kaupunkitulvien myötävaikutuksesta voi niiden laatu vaarantua.

### 3.4 The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Hallitusten välinen ilmastonmuutospaneeli eli IPCC on Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelman (United Nations Environment Programme UNEP) sekä Maailman Ilmatieteen järjestön (World Meteorological Organization WMO) 1988 perustama järjestö. Järjestöön kuuluu 195 jäsenmaata, ja se on johtava kansainvälinen elin ilmastonmuutoksen arvioinnissa ja avoin kaikille YK:n sekä WMO:n jäsenmaille. IPCC ei tee tutkimusta, vaan tarkastelee ja arvioi viimeisimpiä sosioekonomisia, tieteellisiä sekä teknisiä tuotoksia ilmastonmuutoksen ymmärtämiseksi. IPCC:n tekemä työ perustuu tuhansien tutkijoiden vapaaehtoiseen työskentelyyn. Objektiivinen ja kokonaisvaltainen arviointi on olennainen osa IPCC:n toimintaa, ja sillä pyritään vastaamaan erilaisiin näkemyksiin. Jäsenmaiden hallitukset kuuluvat olennaisesti prosessiin ja ovat mukana arvioinnissa. Järjestön työ ei koskaan ole politiikkaa ohjailevaa, vaan täysin neutraali politiikan suhteen. Hallituksen hyväksyessä IPCC:n raportit se tunnustaa samalla niiden tieteellisen sisällön. (IPCC 2014.)

IPCC:n raportteja on valmistunut neljä vuoden 1990 jälkeen. Raportteja on julkaistu vuosina 1990, 1995, 2001, 2007 ja viimeisin raportti osissa vuosina 2013

ja 2014. Marraskuussa 2011 julkaistiin erikoisraportti sään ääri-ilmiöistä. Yhden raportin laatimiseen osallistuu satoja pääkirjoittajia, avustavia kirjoittajia sekä tarkastajia. Ilmatieteen laitoksen mukaan vuosina 2003-2007 pääkirjoittajia oli noin 450, avustavia kirjoittajia 800 ja tarkastajia 2500. (Ilmatieteen laitos 2014a.)

Uusin arviointiraportti keskittyy ilmastonmuutoksen luonnontieteelliseen ja fysikaaliseen taustaan, sen vaikutuksiin, sopeutumiseen ja haavoittuvuuteen sekä hillintään. Sitä kirjoittaa 831 kirjoittajaa, joista viisi on suomalaisia. Uusin arviointiraportti vahvistaa ilmastonmuutoksen voimakkaimman etenemisen pohjoisilla alueilla. Suurimman osan lämpöenergiasta (90 %) varastoituu meriin ei ilmakehän lämpeneminen tapahdu tasaisesti vaan siinä tapahtuu luonnollista vaihtelua. Viidennen arviointiraportin viimeinen, osaraportit yhteen kokoava synteesiraportti julkaistaan lokakuussa 2014. (Ilmatieteen laitos 2014b.)

## 4 HULEVEDET JA TULVARISKIT SUOMEN LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ

Tärkeimmät hulevesien hallintaan ja näin ollen myös hulevesitulvariskeihin vaikuttavat lait ovat vesilaki (2011/587), maankäyttö- ja rakennuslaki (1999/132), laki tulvariskien hallinnasta (620/2010), vesihuoltolaki (2001/119) sekä ympäristösuojelulaki (2000/86). Hulevesien hallinnasta säädetään lisäksi Euroopan unionissa. Laeilla säädetään velvoittavia toimintaohjeita. Etenkin kunnilla ja kaupungeilla on suuri vastuu lakien noudattamisessa ja toteuttamisessa muun muassa kaavoituksessa ja rakentamisessa.

### 4.1 Vesilaki 587/2011

Vesilain tavoitteena on parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa, ehkäistä ja vähentää niiden käytöstä aiheutuvia haittoja sekä vesivarojen ja vesiympäristön käytön edistäminen, järjestäminen ja yhteen sovittaminen niin, että se on yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä. Vesilakia sovelletaan maankäyttö- ja rakennuslakiin, luonnonsuojelulakiin (1096/1996) sekä muinaismuistolakiin (295/1963). Laki sisältää säädöksiä liittyen vesitaloushankkeisiin, vesistöjen käyttöön, omistukseen ja säännöstelyyn, vedenottamiseen, ojitukseen sekä keskivedenkorkeuden pysyvään muuttamiseen. Vesilaille vaikutetaan myös teollisuuteen, kuten vesivoiman hyödyntämiseen ja puutavaran uittoon. Laki säätelee osaltaan kulkuväyliä sekä muita vesiliikennealueita, hakemusmenettelyä, korvauksia ja valvontaa sekä rangaistussäännöksiä. Vesitaloushankkeissa tulee aina olla lupaviranomaisen lupa, jos se voi muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä, pohjaveden laatua tai määrää. Hanke on luvanvarainen, jos edellä mainitut muutokset aiheuttavat tulvan vaaraa, yleistä vedenvähyttä, vesistön tai pohjavesiesiintymän tilan huonontumista tai antoisuutta tai muuten aiheuttaa haittaa vedenotolle. Lupa lupaviranomaiselta tarvitaan aina, kun kyseessä on veden imeyttäminen maahan tekopohjaveden tekemiseksi tai pohjaveden laadun parantamiseksi. Lupia myönnetään, jos hankkeen hyödyt ovat suurempia kuin haitat tai se ei loukkaa yleistä tai yksityistä etua. Ojituksen tekeminen on myös luvanvaraista, jos se voi aiheuttaa pilaantumista vesialueella. (Vesilaki 587/2011)

Kaupunkitulvien hallinnassa tulee noudattaa vesilakia uusissa maanmuokkausta vaativissa hankkeissa.

#### 4.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on luoda järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä ”luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestäväää kehitystä”. Laissa turvataan jokaisen osallistumismahdollisuus sekä avoin tiedottaminen ja sitä sovelletaan alueiden ja rakennusten suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön. (MRL 1 §, 2 §.) Laki sisältää säädöksiä liittyen maakunnan suunnitteluun, kaavoitukseen ja vuorovaikutukseen, maakauppoihin, rakentamiseen ja lupamenettelyyn sekä rakennetun ympäristön hoitoon (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132). Suomen rakentamismääräyskokoelmaan on koottu tarkemmat ohjeet ja säännökset rakentamiseen ja ne ovat velvoittavia. Ministeriön antamat ohjeet sen sijaan eivät ole velvoittavia. (Ministeriö 2014.)

Maankäyttö- ja rakennuslailla voidaan vaikuttaa kaupunkitulvien hallintaan kaavoitukseen liittyvillä säädöksillä.

#### 4.3 Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010

Laissa säädetään tulvariskien hallinnan järjestämisestä ja sen tavoitteena on vähentää tulvariskejä, edistää niihin varautumista sekä ehkäistä ja lieventää niistä aiheutuvia vahinkoja. Tarkoituksena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito ottaen huomioon vesivarojen kestävä käyttö ja suojelun tarpeet. Lain täytäntöönpano on jaettu viranomaisille, ja sitä ohjaa ja seuraa maa- ja metsätalousministeriö yhteistyössä sisäasiainministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön ja ympäristöministeriön kanssa. Tulvariskien hallinnan suunnitteluun osallistuvat myös valtion ja kuntien viranomaiset omilla toimialoillaan. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen tehtäviin kuuluu arvioida alustavasti tulvariskejä, valmistella ehdotukset hallintasuunnitelmiksi sekä avustaa kuntia hallintasuunnitelmien laatimisessa. Vesistöalueen ja merenrannikon tulvariskien hallinnan suunnitteluun osallistuvat maakunnan liitto,

kunta ja pelastustoimi. Asiantuntijapalveluita tuottavat Ilmatieteen laitos ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). (LTH 620/2010, 1§, 3§, 4§, 5§, 6§.)

Kaupunkitulvariskikohteiden kartoittaminen, ehkäisy ja hallinta Lahdessa kytkeytyy suoraan lakiin tulvariskien hallinnasta. Laki koskee, sekä vesistö-, että hulevesitulvia, joista kumpiakaan ei Lahdessa esiinny nykytilanteessa, sillä vesien seisominen kaduilla ei tee alueesta lain tarkoittamaa hulevesitulvariskialuetta. Ilmastomuutos voi kuitenkin muuttaa tilannetta. (Malin 2014.)

#### 4.4 Vesihuoltolaki 119/2001

Vesihuoltolain tavoitteena on turvata moitteetonta talousvettä kohtuullisin kustannuksin sekä asiallinen viemärointi terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta. Lakia sovelletaan asutuksen sekä asutukseen rinnastettavan elinkeino- ja vapaa-ajantoiminnan vesihuoltoon. Lakia valvoo elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus sekä kunnan terveydensuojeluviranomainen ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Vesihuollolla tarkoitetaan vedenhankintaa eli veden johtamista, käsittelyä ja toimittamista talousvetenä käytettäväksi sekä viemärointiä eli jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista ja käsittelyä. Vesihuoltolaki sisältää säädöksiä vesihuollon kehittämisestä ja järjestämisestä, hoitamisesta ja siihen liittämisestä, kustannuksista, sopimuksista sekä valvonnasta. (VHL 119/2001, 1§, 2§, 3§, 4§.)

Vesihuoltolaki liittyy viemärointiin ja hulevesien käsittelyyn, joilla on suuri merkitys kaupunkitulvien hallinnassa ja käsittelyssä.

#### 4.5 Ympäristönsuojelulaki 86/2000

Ympäristönsuojelulain tavoitteena on ehkäistä ympäristön pilaamista, jätteiden syntyä ja vähentää siitä aiheutuvia vahinkoja, turvata turvallinen ja monimuotoinen ympäristö sekä edistää ja tukea luonnonvarojen kestäväää käyttöä, kestäväää kehitystä ja torjua ilmastonmuutosta. Ympäristönsuojelulakia sovelletaan muun muassa toimintaan, joka saattaa aiheuttaa ympäristön pilaantumista tai jätettä synnyttävään toimintaan sekä sen käsittelyyn. Lakia sovellettaessa on

noudatettava kansainvälisiä sopimuksia sekä muuta lakia. (YSL 86/2000, 1 §, 2 §.)

Ympäristön pilaamisella tarkoitetaan aineen, energian, melun, värinän, säteilyn, valon, lämmön tai hajun päästämistä tai jättämistä ympäristöön, mistä aiheutuu yksin tai muiden päästöjen kanssa haittaa terveydelle, ympäristölle, kulttuuriarvoille tai omaisuudelle. Kohdassa tarkoitetaan ihmisen aiheuttamaa haittaa. Periaatteena on ehkäistä ennakoon haitalliset ympäristövaikutukset, mutta jos se ei ole täysin mahdollista, rajoitetaan ne mahdollisimman vähäisiksi. Ehkäisemisessä huomioidaan onnettomuusriskit, vaaran todennäköisyys, mahdollisten onnettomuuksien estäminen ja rajoittaminen sekä käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi käytetään ympäristön kannalta parhaita menetelmiä, kuten työmenetelmät sekä raaka-aine- ja polttoainevalinnat. Vaaraa aiheuttaneen toiminnan aiheuttaja vastaa vaikutuksien ennaltaehkäisystä ja ympäristöhaittojen poistamisesta tai rajoittamisesta mahdollisimman vähäisiksi. (YSL 2000/86, 3 §, 4 §.)

Ympäristönsuojelulakia voidaan soveltaa kaupunkitulvien hallinnassa, sillä hulevedet saattavat aiheuttaa ympäristön pilaantumista.

#### 4.6 Uusi ilmastolaki

Uuden ilmastolain valmistelun aloittamisesta päätettiin vuonna 2011, ja 5.6.2014 hallitus antoi esityksen siitä eduskunnalle. Suomen ilmastolaki on valmisteltu ohjaamaan päästökaupan ulkopuolella syntyvien päästöjen vähentämistä ja on lähinnä tavoitteellinen puitelaki valtion viranomaisille, eikä se aseta velvoitteita yksityisille toimijoille. Lähtökohtina laille ovat toimineet ilmasto- ja energiapoliittisen ministerityöryhmän määräykset ilmastonmuutoksen hillinnän ja sopeutumisen kattamisesta sekä seuraavista elementeistä: ”80 prosentin päästövähennystavoite vuodelle 2050, hallinnon toimintaa päästökaupan ulkopuolisten päästöjen vähentämiseksi ohjaava suunnittelu- ja seurantajärjestelmä, viranomaistoiminnan työnjaon selkeyttäminen sekä eduskunnan roolin vahvistaminen ilmastopolitiikassa”. Lakia käsitellään parhaillaan eduskunnassa ja se voisi astua voimaan vuonna 2015 eduskuntavaalien jälkeen. (Ympäristöministeriö 2014.)

Lain tarkoituksena ja tavoitteena on vahvistaa eduskunnan ja kansalaisten osallistumista ilmastopolitiikan suunnitteluun, sekä tehostaa viranomaisten toimintaa toimenpiteiden suunnittelussa ja seurannassa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja sopeutumiseen liittyvissä toimissa. Lisäksi laki luo puitteet Suomen ilmastopolitiikan suunnittelulle ja toteutumisen seurannalle ja varmistaa velvoitteiden täyttyminen kasvihuonekaasujen vähentämisessä ja seurannassa. Tärkeää on ilmastonmuutoksen hillitseminen kansallisin toimin. Laki on laadittu muiden ilmastoa koskevien lakien tueksi, ja siinä noudatetaan aiemmin säädettyjen lakien säädöksiä koskien ilmastonmuutoksen hillintää ja siihen sopeutumista. Uusi ilmastolaki keskittyy pitkän- ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmiin. Suunnitelmissa on huomioitava Euroopan unionin lainsäädännön tuomat velvoitteet ja kansainväliset sopimukset. Keskeisintä uudessa laissa on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ja näin ollen ilmastonmuutoksen hillitseminen. (Uusi ilmastolaki 2014.)

Ilmastonmuutoksen lisäämät negatiiviset vaikutukset kaupungeissa aiheuttavat häiriöitä. Kaupunkilaisten tietoisuuden lisääminen, vastuun ottaminen ja osallistaminen entistä enemmän ilmastokysymyksissä edesauttavat koko kaupunkia. Tulvariskien hallintaan kaikkien osallistaminen erilaisilla kiinteistökohtaisilla menetelmillä edesauttaa kaikkia.



## 5 ILMASTONMUUTOS SUOMESSA

Suomessa ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevat näkymään eniten talvi-ilmaston muuttumisessa. Leudommat talvet sekä sademäärien kasvu tulevat olemaan suurimmat muutokset. Myös lämpötilan nousun Suomen leveys- ja pituuspiireillä arvioidaan olevan voimakkaampaa, kuin muualla Euroopassa. Vuoteen 2040 ilmastonmuutokset Suomessa näyttävät olevan samoja kaikissa skenaarioissa, mutta sen jälkeen erot kasvavat huomattavasti riippuen kasvihuonekaasujen päästöjen määrästä. (Ilmatieteenlaitos 2014c.) Suomen ilmasto on niin sanottu väli-ilmasto. Sääolot riippuvat suuresti ilmavirtauksien suunnista ja matala- sekä korkeapaineiden sijoittumisesta. Tyypillistä Suomen ilmasto-oloille ovat myös nopeat säätyyppien vaihtelut talviaikaan. Golf-virran vaikutus Suomen ilmasto-oloihin on suuri; se tuo lämpöä Pohjois-Atlantin merivirran kanssa päiväntasaajalta asti. Juuri lämpimien merivirtojen, sisävesistöjen sekä Itämeren vaikutuksesta Suomen keskilämpötila on huomattavasti suurempi, kuin samoilla leveyspiireillä olevilla Grönlannilla ja Kanadan itäosilla. Suomen sisäiset lämpötilaerot ovat myös suuria eri vuodenaikoina. Yleisesti kylmintä talvella on Lapissa ja Itä-Suomessa ja lämpimintä kesällä manneralueilla. Talvella lämpötilat voivat olla kovimmillaan -50 astetta ja kesällä +35 astetta. Suomessa sataa keskimäärin vuotuisesti 500 ja 650 millimetrin välillä. (Ilmatieteen laitos 2014d.)

### 5.1 Ilmastonmuutoksen Kansallinen Sopeutumisstrategia

EU painottaa kansallisten ja alueellisten sopeutumisstrategioiden merkitystä, ja tähän suositukseen Suomen Ilmastonmuutoksen Kansallinen Sopeutumisstrategiakin pohjautuu (MMM 2014). Maa- ja metsätalousministeriön johdolla tuotettu Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia on laadittu kuvaamaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia eri tahoilla. Ensimmäinen sopeutumisstrategia valmistui vuonna 2005 eduskunnalle esitettyyn tarpeeseen. Valmisteluun osallistuivat maa- ja metsätalousministeriön ohella edustajat liikenne- ja viestintäministeriöstä, kauppa- ja teollisuusministeriöstä, sosiaali- ja terveysministeriöstä, ympäristöministeriöstä, ulkoasianministeriöstä sekä Ilmatieteen laitoksesta ja Suomen ympäristökeskuksesta. Strategiassa kuvataan ilmastonmuutoksen vaikutuksia muun muassa terveyteen, talouteen, luonnon

monimuotoisuuteen, yhdyskuntiin sekä teollisuuteen, ja sen tarkoituksena on vahvistaa ilmastonmuutokseen sopeutumista. Strategian valmisteluun ja arviointiin osallistui laaja joukko Suomen johtavia ilmastonmuutoksen tutkijoita. Uuden sopeutumisstrategian päivittäminen aloitettiin vuonna 2013, ja luonnos valmistui 7.3.2014. (MMM 2005; MMM 2014.)

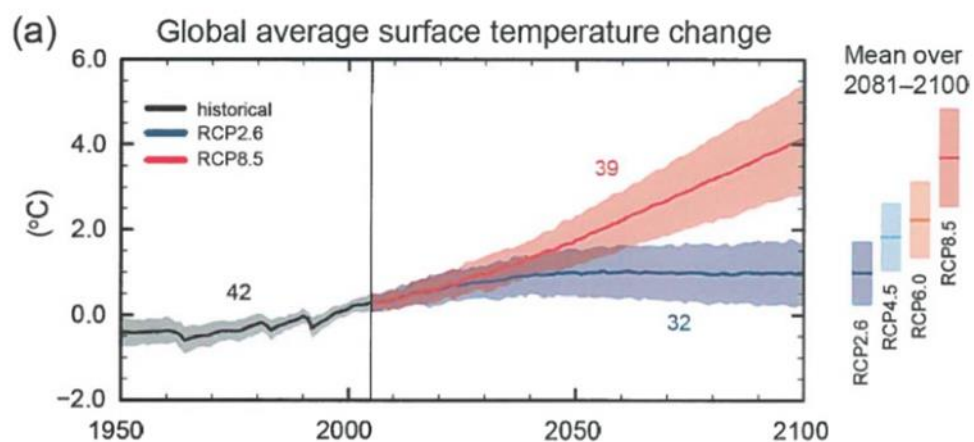
Uudessa Ilmastonmuutoksen kansallisessa sopeutumisstrategiassa 2022 painotetaan, että ihmisen toiminnallaan aiheuttama ilmastonmuutos on käynnissä. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli (IPCC) vahvistaa tiedon. Kaasukehän muutokset ovat saaneet aikaan maapallon lämpenemisen, ja sen oletetaan lämpenevän edelleen. Suomen lämpötilamuutosten uskotaan olevan suurempia, kuin yleisesti muualla maailmassa. Vaikutukset tulevat näkymään muun muassa keskilämpötiloissa ja sateisuudessa sekä sään ääri-ilmiöiden lisääntymisessä. Sään ääri-ilmiöt, kuten myrskyt ja tulvat, voivat vaikuttaa negatiivisesti myös yhteiskunnan toimivuuteen ja luoda häiriötä. Keskeisessä asemassa ovat riskien hallinta ja vaikutuksiin sopeutuminen. Niihin varautuminen tulisi näkyä erityisesti pitkäaikaisten rakenteiden suunnittelussa, kuten yhdyskuntasuunnittelussa. Ilmastonmuutos vaikuttaa voimakkaasti myös ekosysteemeihin ja niiden toimivuuteen, jolloin lajit ja elinympäristöt ovat uhattuina etenkin pohjoisella pallonpuoliskolla. Tärkeintä on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen koko maapallolla, jolloin muutosta saataisiin hidastettua. (MMM 2014, 3-5.)

Ilmastonmuutokseen varautumisessa hillintä ja sopeutuminen ovat voimakkaasti yhteydessä toisiinsa. Ilmastonmuutoksen Kansallisen Sopeutumisstrategian luonnoksessa (2014) määritellään ilmastonmuutoksen hillinnän ja sopeutumisen yhteys seuraavasti: ”ilmastonmuutoksen hillinnän tavoitteena on ilmaston muutoksen rajoittaminen mahdollisimman vähäiseksi ja sopeutumisella pyritään ratkaisemaan muutoksesta aiheutuvia ongelmia”. Kansainvälinen yhteistyö on avainasemassa ilmastonmuutoksen hillintätoimien onnistumiseksi. Sopeutumistoimissa pyritään välttämään ylilyöntejä sekä turhia investointeja toimenpiteiden kriittisellä tarkastelulla. Tärkeää on jo olemassa olevien strategioiden ja välineiden hyödyntäminen ja niiden tavoitteiden tukeminen. (MMM 2014, 5.)

Ilmastonmuutos vaikuttaa yhteiskunnan haavoittuvuuteen ja vaikuttaa näin ollen sen moniin toimintoihin ja järjestelmiin. Ratkaisevaa on, miten nämä toiminnot ja järjestelmät pystyvät sopeutumaan vallitsevaan tilanteeseen sekä miten laajoja vaikutukset ovat. Tärkeää sopeutumisen kannalta on tiedostaa riskit ja vaikuttaa niihin päätöksenteolla sekä suunnittelulla. Euroopan ympäristökeskuksen (European Environmental Agency) mukaan Suomen tilanne sopeutumiskyvyssä on eurooppalaisittain hyvä, mutta Suomen olisi syytä aloittaa uusia toimenpiteitä sopeutumisen parantamiseksi. (MMM 2014, 6-8.)

## 5.2 Ilmastonmuutoksen kehityspolut

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) kansainvälinen tiedeyhteisö on laatinut neljä erilaista kehityspolkua (RCP, Representative Concentration Pathways), jotka kuvaavat ilmastonmuutoksen etenemistä syksyllä 2013 julkaistussa arviointiraportissa. Kehityspolut perustuvat olettamuksiin, eivätkä ne ole ennustuksia. Ne esittävät mahdolliset muutokset laajasti, mutta tulevia kehityspolkuja on hyvin vaikea arvioida. Ilmastonmuutoksen kehityspolut ulottuvat tällä hetkellä vuoteen 2100. (MMM 2014, 13-14.)

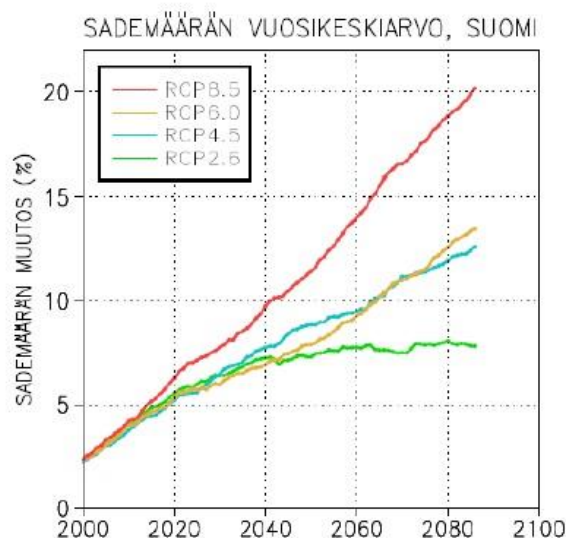


KUVIO 1. RCP2.6- ja RCP8.5-kehityspolut vaihteluväleineen ja niihin liittyvät mallien epävarmuudet (vaihteluväli) (MMM 2014)

RCP2.6 -kehityspolku kuvaa lämpötilan kehitystä (KUVIO 1), jos lämpötilan nousu voidaan rajoittaa kahteen asteeseen. RCP8.5-kehityspolku tilannetta, jossa kasvihuonekaasupäästöt jatkuvat nykyisen suuruisena. Musta viiva kuvaa lämpötilan kehitystä vuoteen 2013. Luvut kuvaavat tarkasteluissa käytettyjen mallien lukumäärää (IPCC 2013).

### 5.3 Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa

Suomen keskilämpötilan odotetaan nousevan keskimääräisesti enemmän, kuin muualla maapallolla IPCC arviointiraportissa käytettyjen kehityspolkujen perusteella. Kehityksen suunta on kaikissa kehityspoluissa sama, vaikka ne poikkeavatkin toisistaan. Talvien odotetaan lauhtuvan ja kesän hellejaksojen yleistyvän. Talven vesisateiden yleistyessä (KUVIO 2) myös rankkasateiden odotetaan voimistuvan, mikä vaikuttaa osaltaan jokien virtaamiin ja järvien veden korkeuksiin. Kuvion 2 käyrät esittävät 28 maailmanlaajuisen ilmastonmuutosmallin tulosten keskiarvoa neljälle eri RCP-kehityspoluille Suomessa. Veden kiertokulussa tapahtuvat muutokset tulevat vaikuttamaan jääpeitteisen ajan lyhenemiseen, mutta myös veden laatuun. Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevat näkymään Suomessa kaikkialla, kuten ekosysteemeissä, luonnonvaroissa, taloudessa, terveydenhuollossa sekä muissa yhteiskunnallisissa toiminnaissa.



KUVIO 2. Sademäärän vuosikeskiarvo, Suomi. (MMM 2014.)

Ilmastomuutoksen vaikutus ekosysteemeihin ja luonnonvaroihin tulee olemaan merkittävä. Niiden rakenteen muuttumisen myötä lajien on sopeuduttava uusin olosuhteisiin, mikä voi viedä aikaa. Tulokaslajien sopeutuminen saattaa olla helpompaa ja haitallisten lajien leviäminen ja kannan kasvaminen helpottua. Ilmastomuutoksen uskotaan olevan uhkatekijänä useille eri lajeille tulevaisuudessa. Ilmastomuutos nostetaan tulevaisuuden uhkatekijäksi yli 70 luontotyyppille sekä noin 30 eliölajille. Kansallisen ilmastomuutoksen sopeutumisstrategian mukaan herkimpiä alueita muutoksille ovat Itämeri, rannat, suot, kosteikot, tunturit sekä kuivat ja karut kangasmetsät. Vaikutukset johtuvat erilaisista syy-seuraussuhteista. Luonnon ja eliöiden monimuotoisuuden suojeleminen ja sopeuttaminen edellyttää toimia maankäytön- sekä suojelusuunnittelussa. Kaupungeissa viheralueilla on tärkeä rooli ilmastomuutokseen sopeutumisessa sekä hillinnässä, sillä ne muun muassa ylläpitävät hiilivarastoja, tasaavat lämpötilaeroja ja vähentävät tulvariskejä. (MMM 2014, 14-23.)

Vesivarat Suomessa ovat laadultaan ja määrältään korkealaatuisia ja merkittäviä, joita ilmastomuutoksen vaikutukset uhkaavat. Ääri-ilmiöiden yleistyminen ja sadeolojen muuttuminen vaikuttavat vesien tilaan ja niiden laatuun. Tulvat ja runsaat sateet näkyvät vesien tilassa rehevöitymisinä, suolapitoisuuksien nousuna sekä muutoksina vedenkierrossa, kun orgaaniset ravinteet ja aineet kulkeutuvat maaperästä vesiin (MMM, 2014). Tulvien yleistymisen ja ajoitusten muuttumisen myötä tulvantorjuntaa ja patojen mitoistulvia on hyvä uudelleen mitoittaa ja jättää enemmän varastointitilaa vesille padoilla, jotka sijaitsevat suurten keskusjärvien alapuolella tai joilla niiden yläpuolinen valuma-alue on pieni. Kuivuus voi puolestaan aiheuttaa happikatoa matalissa järvissä ja pohjaveden laadun heikkenemistä ja pinnan laskua. Poikkeuksellisen rankkojen sateiden myötä myös suurtulvat voivat olla mahdollisia Suomessa. Tulvien aiheuttamat suurimmat uhat liittyvät vesihuoltoon ja sen kapasiteetin ylittymiseen, jolloin puhdistamaton jätevesi voi kulkeutua vesistöön tai vedenottamoille. Kaupunkialueelle sattuvat rankkasateet voivat aiheuttaa suuret taloudelliset vahingot, infrastruktuurille, vesien tulviessa kellareihin, epäpuhtauksien huuhtoutuessa viemäriverkostoon. (MMM 2005, 53, 105, 107-112; MMM 2014, 17.)

Talouteen ilmastonmuutos voi maa- ja metsätalousministeriön arvioiden mukaan vaikuttaa sekä positiivisesti että negatiivisesti. Positiiviset vaikutukset voivat näkyä erityisesti maa- ja metsätaloudessa uusien tuottavampien lajikkeiden myötä sekä lämmityskustannuksien vähenemisellä. Negatiivisesti vaikutukset voivat näkyä ilmastonmuutoksesta johtuvien vahinkojen myötä taloudessa.

Ilmastonmuutoksen vuosittaiset kustannukset tulevat arvioiden mukaan nousemaan paljon ellei sopeutumista tapahdu. Etenkin paikallistasolla kustannuserot ovat jo olleet huomattavia. Ilmastonmuutoksen hillinnän onnistumisen ja siitä seuraavien myönteisten asioiden vaikutukset voivat muuttua negatiivisiksi mikäli ilmastonmuutoksen hillintä maailmanlaajuisesti ei onnistu. Muutokset tulevat vaikuttamaan myös ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin, jolloin niiden tulisi olla tärkeitä arviointikriteerejä. Ilmastonmuutoksen hyödyt sekä kustannukset saattavat jakautua hyvin epätasaisesti yhteiskunnassa eri toimijoille, jolloin sopeutumistoimien kokonaisvaltainen arviointi on tärkeää. Varhainen toiminta ja ennakointi edesauttavat säästöä kustannuksissa. Kehitysyhteistyö ilmastonmuutokseen liittyen on tärkeää, sillä haavoittuvampien yhteiskuntien sopeutumisen edistäminen heijastuu myös hyvän sopeutumiskyvyn omaaviin yhteiskuntiin. (MMM 2014, 14-23.)

#### 5.4 Strategian päämäärät ja toimenpiteet

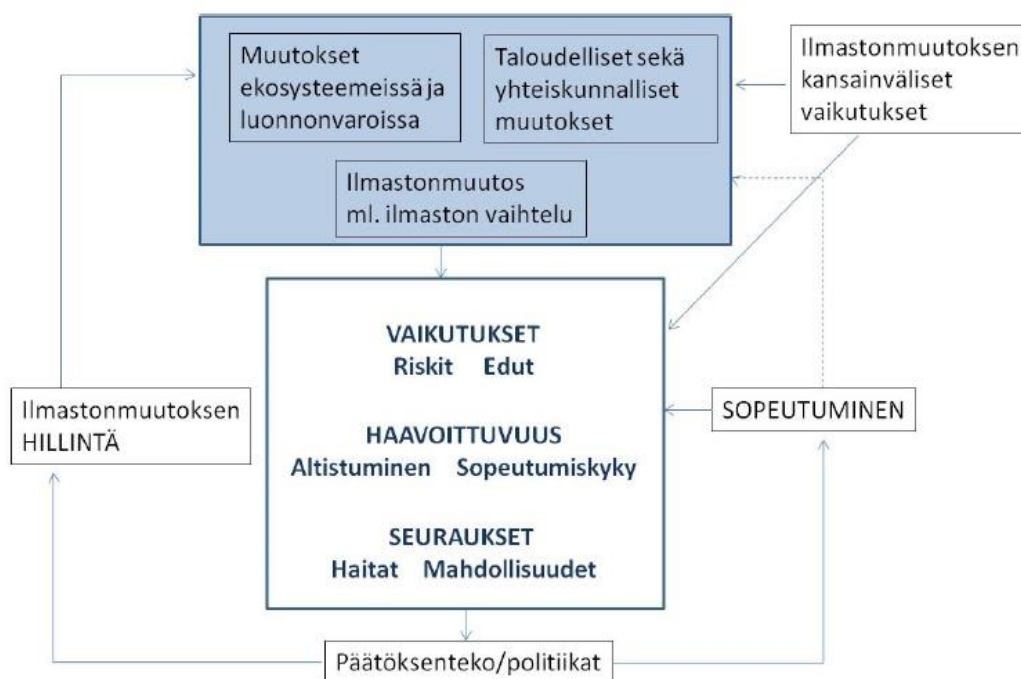
Ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategian visiona on, että ”suomalaisella yhteiskunnalla on kyky hallita ilmastonmuutokseen liittyvät riskit ja sopeutua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin”. Strategialla on kolme vuoteen 2022 ulottuvaa päämäärää, jotka ovat seuraavat:

*A. Sopeutuminen on sisällytetty osaksi toimialojen sekä toimijoiden suunnittelua ja toimintaa.*

*B. Toimijoilla on käytössään tarvittavat ilmatoriskien arviointi- ja hallintamenetelmät*

*C. Tutkimus- ja kehitystyöllä sekä viestinnällä on lisätty yhteiskunnan sopeutumiskykyä ja kehitetty innovatiivisia ratkaisuja.*

Strategian päämääriin pyritään erilaisilla toimenpiteillä, joista tärkein on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen maailmalaajuisesti. Sopeutumistoimiin suhtaudutaan vakavasti ja huolellisesti, ja erityisen tärkeää on turvata yhteiskunnan elintärkeät toiminnot (KUVIO 3). Sopeutumistoimissa pyritään välttämään ristiriitaisuuksia sekä toimimaan avoimesti eri toimijoiden välillä. Vuoden 2022 jälkeen arvioidaan ja tarkastetaan sopeutumistoimet uudelleen. (MMM 2014, 24-26.)



KUVIO 3. Kansallisen sopeutumisstrategian viitekehys (MMM 2014)

Strategisessa päämäärässä A pyritään parantamaan sopeutumisen läpileikkaavuutta ja kansainvälistä toimintaa, jolloin se on sisällytetty osaksi suunnittelua ja toimintaa. Ilmastomuutoksen huomioiminen tulisi näkyä pitkän aikavälin päätöksenteossa, sekä kustannustehokkuudessa. Paikallistasolla tehdään suuri osa käytännön sopeutumistyöstä, jolloin avuksi tarvitaan alueellisia selvityksiä ja arvioita ilmastomuutoksen vaikutuksista. Tulvariskialueiden suojelutoimenpiteiden toteuttaminen ja suunnittelu kuuluvat myös osaksi sopeutumistyötä. Päämäärä A:n toteuttamiseksi käynnistetään toimenpiteitä (1-5),

jotka ovat: ”ilmastokestävyyden tarkastelun toteuttaminen valtakunnallisella tasolla (1), toimialakohtaisten toimintaohjelmien laatiminen ja toteuttaminen ottaen huomioon ilmastomuutoksen kansainväliset heijastevaikutukset (2), alueellisten ja paikallisten sopeutumistarkastelujen laatimista (3), sopeutumisen edistäminen kansainvälisessä yhteistyössä (4) sekä sopeutumisen sisällyttäminen EU:n politiikkoihin ja alueellisiin kansainvälisiin yhteistyöhankkeisiin (5)”. (MMM 2014, 26-29.)

Strategisessa päämäärässä B pyritään tilanteeseen, jossa riskienhallinnan ja -arvioinnin välineitä on eri toimijoiden käytössä. Näihin välineisiin kuuluvat esimerkiksi tulvariskikartat sekä erilaiset varautumissuunnitelmat.

Riskienhallintaan sisältyy myös taloudellinen hallinta sekä vakuutustoimi, johon on tulossa suuria muutoksia lähiaikoina. Yksityishenkilöiden ja yritysten avuksi tarvitaan välineitä, joiden avulla parannetaan niiden kykyä arvioida vakuutusten tarvetta riskienhallinnan välineenä. Päämäärä B:n toteuttamiseksi käynnistetään toimenpiteitä (6-7), jotka ovat: ”ilmastoriskien arvioinnin ja hallinnan parantaminen (6) sekä ilmastomuutoksen aiheuttamien taloudellisten riskien hallintaan soveltuvien välineiden kehittäminen (7)”. (MMM 2014, 29-30.)

Strategisessa päämäärässä C pyritään tutkimustyöllä sekä viestinnällä ja koulutuksella edistämään sopeutumiskykyä sekä kehittämään uusia ratkaisuja siihen. Ilmastomuutoksen vaikutuksista yhteiskuntaan ja ympäristöön tarvitaan edelleen pitkäjänteistä tutkimustyötä, etenkin kustannuksista ja hyödyistä sekä tietoa sään ääri-ilmiöiden luonteesta. Tärkeää on, että tutkimustieto on kaikkien nähtävillä ja vuorovaikutus tutkijoiden ja tiedon käyttäjien välillä olisi vaivatonta ja avointa. Lisäksi tarvitaan ilmastoviestinnän vahvistamista, sillä ilmastomuutoksen merkitys korostuu tulevaisuudessa ja se tulee vaikuttamaan kaikkiin yhteiskunnan toimintoihin. Päämäärä C:n toteuttamiseksi käynnistetään toimenpiteet (8-12), jotka ovat: ”sopeutumistutkimuksen vahvistaminen (8), sopeutumiseen liittyvien liiketoimintamahdollisuuksien kehittäminen (9), työvälineiden tuottaminen alueellisen sopeutumistyön tueksi (10), sopeutumisen viestinnän kehittäminen (11) ja koulutuksen sisältöjen kehittäminen sopeutumisesta (12). (MMM 2014, 31-33.)



Ilmastonmuutoksen kansallisen sopeutumisstrategian toimeenpanosta vastaa Maa- ja metsätalousministeriö, jonka tueksi toteutetaan toimenpiteet 13 ja 14.

Toimenpiteet ovat ”sopeutumisen kansallisen seurantaryhmän nimeäminen (13) sekä strategian jatkuvan seurannan varmistaminen sekä toimenpiteiden toteutuksen tason ja vaikuttavuuden arviointi (14)”. (MMM 2014, 34.)

## 6 HYDROLOGIA JA HULEVESIEN HALLINTA TAAJAMASSA

Hulevedet ovat maan pinnalta, rakennuksien katoilta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavia sade- ja sulamisvesiä. Hulevedet johdetaan tavallisesti sadevesiviemäreihin tai imeytetään maaperään, josta ne kulkeutuvat pohjavesiin. (Suomen Kuntaliitto 2012) Niiden syntyyn vaikuttavat monet tekijät, kuten sateen kesto, läpäisemättömän pinnan ala, intensiteetti eli tietyn aikavälin keskimääräinen sadanta, sekä sadetta edeltänyt kuiva jakso. Tehokkain keino hulevesien hallintaan on lainsäädännön keinot ja hyvä suunnittelu.

### 6.1 Hydrologinen kierto taajamassa

Veden kiertokulku voidaan jakaa neljään osaan: sadanta, valunta, haihdunta ja suodattuminen maaperään. Luonnollisesti suuri osa sataneesta vedestä imeytyy maaperään ja pohjaveteen virraten edelleen vesistöihin. Osa vesistä haihtuu suoraan ilmaan tai valuu pintavaluntana vesistöihin. Taajamat ovat usein voimakkaasti muutettuja, jolloin luonnollinen vedenkiertokulku häiriintyy vettä läpäisemättömien pintojen ja viemäröinnin vuoksi. Taajamalla tarkoitetaan vähintään 200 asukkaan asutuskeskittymää, jossa asuinrakennusten välinen etäisyys on enintään 200 metriä. Taajamissa vettä läpäisemättömä pinta on usein yli puolet kokonaisalasta, jolloin se katkaisee luonnollisen yhteyden pinta- ja pohjavesien väliltä. Lisäksi vesihuoltoon liittyvä vedenkiertokulku ja luonnollinen veden kiertokulku sekoittuvat toisiinsa kaupungeissa. Merkittävintä sekoittuminen on sekaviemäröinnissä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 18-19, 92.)

Rakentamisen myötä sadannan on todettu lisääntyneen monien eri puolilla maailmaa tehtyjen tutkimusten perusteella. Ilmassa tapahtuva lisätiivistyminen, jonka aiheuttaa saasteet, lämmön nouseminen kaupunkialueen yläpuolelle sekä karkeiden pintojen aiheuttama ilmavirtojen pyörteisyys lisäävät kaikki omalta osaltaan sateita. Myös valunta lisääntyy kaupungeissa, mikä on suoraan yhteydessä laajoihin päällystettyihin pintoihin. (Vakkilainen, Kotola & Nurminen, 2005, 12.) Haihdunta heikkenee kaupungeissa vähäisen kasvillisuuden ja hulevesien tehokkaan syntypaikaltaan poisjohtamisen myötä, jolloin pintavalunta lisääntyy. Veden maaperään imeytymisen vähentyessä myös maaperän vesitase sekä pohjaveden muodostuminen saattaa heikentyä. Vaikutukset voivat näkyä

myös kasvillisuuden menestymisessä kaupunkiympäristössä. (Lahden kaupunki 2010, 10.)

## 6.2 Valunta taajamassa

Vettä läpäisemättömän pinnoitteen määrä on suoraan suhteessa pintavalunnan määrään tiiviisti rakennetuissa taajamissa. Pienetkin sateet voivat muodostaa suuren määrän pintavaluntaa. Pintavalunnan eli hulevesien muodostumiseen vaikuttavat useat asiat, kuten maanpinnan kaltevuus, maaperän ominaisuudet sekä sateen kesto, intensiteetti ja vettä läpäisemättömän pinnan osuus. Vettä imeytyy kuitenkin myös ympärillä oleville vettä läpäiseville alueille, kuten puistoihin, jolloin pintavalunta vähenee. Luonnontilaisia uomastoja on taajamissa vähän, jolloin valunta tapahtuu yleensä ihmisten muokkaamien reittien kautta. Suomen kuntaliiton Hulevesioppaassa (2012, 93) mainitaan, että sadanta-valuntaprosessi voidaan jakaa taajama-alueilla kahteen osaan: valunnan kulkeutumiseen valuma-alueella ja tehoisan sadannan muodostumiseen. Tehoisalla sadannalla tarkoitetaan osaa, joka jää jäljelle välittömästä valunnasta häviöiden eli haihdunnan, imennän, interception ja painannesäilönnän poistamisessa kokonaissadannasta. Useimmiten hulevedet päätyvät viemäriin.

Valuntakerroin on käsite, jolla kuvataan alueelta pois virtaavan vesimäärän ja aluesadannan suhdetta (Suomen kuntaliitto, 2012, 94). Valuntakerrointa pyritään käyttämään apuna rankkasateiden mitoituksessa ja tutkimisessa, mutta se ei ole vakio. Valuntakertoimeen vaikuttavat ylivirtaamat sekä alivalumat, mutta yleinen periaate on, että sateen tullessa rankemmaksi myös valuntakerroin suurenee. Ylivirtaama muodostuu rankoilla sateilla, kun viemäristön kapasiteetti ylittyy tai tilapäisesti maanpinnalle jäävän veden määrä. Alivalumaa tapahtuu muuttuneiden pohjavesiolojen myötävaikutuksesta, sekä maavesivarastojen muutoksilla. Taajama-alueilla valunnan ajalliset vaihtelut ovat luonnontilaista nopeampia. (Suomen kuntaliitto 2012, 94.)

Rankkasateen ollessa pitkäkestoista ja usein toistuvaa pintavalunta suurenee ja niiden yhteisvaikutuksesta voi syntyä taajamatulvia. Taajamatulvien syntyyn voivat vaikuttaa myös alaville alueille rakentaminen, puutteelliset tulvareitit, hulevesiverkoston vajaamitoitus sekä vesistön suuri vesimäärä tai rannikolla

merenpinnan nousu. Rannikolla ja vesistöjen läheisyydessä asuu suuri osa suomalaisista, jolloin vesistötulvat ja merenpinnan suuret vaihtelut voivat aiheuttaa mittavia vahinkoja. Tärkeässä asemassa taajamatulvien ehkäisyssä on hulevesiviemäriverkoston kehittäminen. (Suomen kuntaliitto 2012, 94-96.)

### 6.3 Hulevesien hallinta yleisesti

Hulevesien hallinnan periaatteena on ehkäistä taajamatulvia ja suojella pohja- ja pintavesiä. Hydrologian muuttuessa rakennetuilla alueilla tulisi hulevesiä viivyttämällä ja imeyttämällä tasoittaa virtaamia. Ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin lisääntyneisiin rankkasateisiin, sekä vastapainona pitkiin kuiviin kausiin on varauduttava hulevesien hallinnassa ja sen suunnittelussa. Yleisiä periaatteita hulevesien hallinnan suunnittelussa käytetään monissa kunnissa hulevesien muodostumisen estämistä, hulevesien määrän vähentämistä eli käsittelyä ja hyödyntämistä syntypaikalla, hulevesien johtamista suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä, johtamista yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivytyalueille, sekä lopulta johtamista purkuvesiin tai pois alueelta.

Tärkeintä hulevesien hallinnassa on niiden vähentäminen ja muodostumisen rajoittaminen. Vähentämisellä ja rajoittamisella tarkoitetaan imeyttämistä, sekä haihduttamista kasvillisuuden avulla, jolloin hulevesi siirtyy osaksi ilmakehän vettä tai pohjavettä. Tehokas keino hulevesien muodostumisen ehkäisemiseen on hyvä suunnittelu, jolloin erillisiä aluevarauksia tai hulevesirakenteita ei tarvita. Luonnollisia keinoja estää hulevesien syntyä on kasvillisuuden säilyttäminen luontaisena, sekä mahdollisimman vähäinen pintojen päällystäminen. Julkisilla alueilla maankäytön suunnittelu on ensisijaisen tärkeää, etenkin hulevesien käsittely ja imeyttäminen jo syntypaikallaan. Imeyttämistoimenpiteissä tärkeää on olla pilaamatta pohjavettä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 20.)

### 6.4 Maankäyttö hulevesien hallinnassa

Suomen maankäyttöä ohjaa lainsäädäntö: maankäyttö- ja rakennuslaki sekä maankäyttö- ja rakennusasetukset. Suomessa on käytössä kolme kaavaa: maakuntakaava, jonka laatii maakunnan liitto ja vahvistaa ympäristöministeriö, yleiskaava sekä asemakaava, jotka laatii kunta. Kaavamääräykset ohjaavat

tarkempaa suunnittelua ja rakentamista, jotta haitallisilta ympäristövaikutuksilta vältytään. Kaavan laatimisen yhteydessä on selvitettävä sen vaikutukset ympäristöön ja valuma-alueen hydrologiaan, sillä rakentaminen muuttaa sitä. Valuma-alueelähtöinen tarkastelu kaikilla kaavatasoilla huomio hulevedet parhaiten, koska huleveden laatuun ja määrään vaikuttaa ratkaisevasti maankäyttö. Valuma-alueen tarkastelun tulee täten ulottua kaava-alueen ulkopuolelle.

Valtioneuvosto linjaa koko maan kannalta merkittäviä alueidenkäytön kysymyksiä valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden (VAT) avulla. Tärkeänä teemana on vastaaminen ilmastonmuutoksen haasteisiin ja siihen sopeutuminen. Periaatteena valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa ovat muun muassa olemassa olevien yhdyskuntarakenteiden hyödyntäminen, eheyttäminen sekä niiden laadun parantaminen. Avainasemassa on yhdyskuntarakenteen tiivistäminen, jotta liikennetarve vähentyy ja palvelut saadaan keskitettyä. Alueidenkäytön suunnittelussa tulee erityisesti huomioida tulvariskit, jolloin mm. uuden rakentamista riskialueille tulee välttää. Tavoitteena oleva yhdyskuntarakenteen tiivistäminen saattaa osaltaan aiheuttaa haasteita, sillä se lisää läpäisemättömiä pintoja. Hulevesien hallintatoimia edellytetään rakentamisen yhteydessä, jotta valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet täyttyvät.

Maisemarakenteen ja maaston tulee olla lähtökohtana kaavoitukselle, jotta vesiolosuhteiden huomioiminen olisi parasta mahdollista. Maisemaselvitysten laatiminen kaavoituksen pohjaksi on hyvä keino ohjata suunnittelua ja maankäyttöä. Maisemaselvityksessä olisi hyvä selvittää kaava-alueen sekä lähiympäristön pohjavesien muodostumisalueet, valuma-alue, maaperä, korkeussuhteet ja asutuksen sijoittuminen. Pohjaveden imeyttämisen vuoksi korkeimmat vedenjakaja-alueet tulisi säilyttää rakentamattomina ja varata alavat laaksonpaineet viherverkostoille.

Hulevesien hallintamenetelmät vaihtelevat maisemarakenteesta ja maaperäolosuhteista riippuen. Keinoja on vesien viivyttämisestä kosteikoissa ja suodatinputkistoissa suoraan maaperään imeyttämiseen. Hulevesien käsittelyn määräämisestä ja tavoista on suosituksia ja yleisiä periaatteita asemakaavassa. Hulevesien hallintasuunnitelman ja maisemasuunnitelman laatiminen samaan

aikaan helpottaa aluevarauksien tekoa vesimäärille. (Suomen Kuntaliitto 2012, 45-47.)

## 6.5 Hulevesien luonnonmukaiset hallintamenetelmät

Hulevesien hallinnalla tarkoitetaan niiden vähentämiseen, käsittelyyn ja synnyn ehkäisemiseen tarkoitettuja menetelmiä. Hulevesien synnyn ehkäiseminen jo syntypaikoilla on niiden hallinnassa oleellista. On kuitenkin tärkeää ymmärtää, että hulevesien syntymistä ei voida kokonaan estää. Tärkein osa hallintaa on hulevesien vähentäminen, sillä sen avulla voidaan palauttaa hydrologinen kierto lähes alkuperäistä luonnollista tilaa vastanneeseen tilanteeseen. Vähentämisessä olennaisinta on hyvä maankäytön suunnittelu ja vettä läpäisevien rakenteiden käyttö maankäytön suunnittelussa sekä kasvillisuuden hyödyntäminen. Hulevesien hallintamenetelmissä tulee huomioida olemassa olevat lait, jotka saattavat vaikuttaa esimerkiksi rakenteiden sijoittamiseen. Luonnonmukaisia hulevesien hallintamenetelmiä ovat niiden johtaminen, imeyttäminen ja viivyttäminen. Imeyttämisen tulisi olla ensisijainen keino hulevesien hallinnassa vähentämisen jälkeen. (Suomen kuntaliitto 2012, 141-142, 146.)

### 6.5.1 Imeyttäminen

Imeyttämisellä tarkoitetaan hulevesien imeyttämistä suoraan ympäröivään maaperään, jolloin samalla estetään pintavaluntaa sekä siitä muodostuvaa eroosiota ja muita haittoja (Hakola, 2011). Tavoitteena imeyttämisessä on pintavalunnan muuttaminen osaksi luonnollista hydrologista kiertoa. Imeyttäminen toimii myös parannuskeinona rakentamisesta johtuvaan pohjavesien pinnan alenemiseen. Imeytysmenetelmät vaikuttavat suuresti hulevesien laatuun, niiden suodattuessa maakerrosten läpi. Alueilla, joilla pohjaveden aleneminen voi aiheuttaa ongelmia pinnanmuodoissa, tulisi käyttää imeyttäviä menetelmiä. Päätyypit imeytysmenetelmistä ovat imeytyskaivannot ja -painanteet. (Suomen kuntaliitto 2012, 146-147.)

Imeytyskaivannot (KUVA 1) voivat olla maanalaisia tai avopintaisia. Pinnaltaan avoimiin kaivantoihin hulevedet johdetaan niihin pintavaluntana ja maanalaisiin kaivantoihin salaojituksen tai hulevesiviemäreiden avulla. Tyypillisesti

kaivannoissa on täyteenä huokoista täytemateriaalia tai kennostoja, johon vesi imeytyy ja sitä kautta palaa maaperään. Kaivannot on usein varustettu esikäsitteilyllä, joka estää järjestelmän tukkeutumista maa-aineksella. Kaivantojen yhteydessä voi olla kasvillisuutta tai viivytyksallia. Imeytyspainanteet (KUVA 2), joita kutsutaan myös sadeputtarhoiksi, biosuodatus- tai biopidätysalueiksi, ovat normaalia maan pintaa alempana olevia kasvillisuuden peittämiä painanteita. Hulevedet johdetaan kerääntymään imeytyspainanteisiin pintavaluntana, joista ne imeytyvät maaperään. Painanteet eivät ole rakenteeltaan syviä, korkeintaan 10-25 cm, eikä niiden ole tarkoitus säilöä vettä pidemmäksi kuin vuorokauden ajaksi. Painanteisiin tehdään ylivuotoreitit runsaampien sateiden varalle, joita pitkin vesi johdetaan avouomiin tai hulevesiviemäriin. Painanteiden rakenne vaihtelee maaperästä riippuen. Hyvin vettä läpäisevässä maaperässä riittää pinnan muotoilu ja kasvukerroksen sekä kasvien istuttamisen. Heikommin vettä läpäisevään maaperään voidaan tarvita salaojitusta sekä syvempi massanvaihto. (Suomen kuntaliitto 2012, 147-148, 151.)

Suomessa talviolosuhteet hankaloittavat imeyttämiseen ja suodattamiseen perustuvien hulevesien hallintamenetelmien käyttöä. Maaperän jäätyminen ja routiminen voivat estää imeytymisen kokonaan, mutta sen ja talvisateiden varalle tulee rakentaa ylivuotoreitit. Painanteiden käyttöä hyvien talvikäyttökokemusten perusteella ei kuitenkaan tulisi välttää. Ennen kevättä on hyvä puhdistaa painanteet ja pitää tulvareitit avoimena. (Suomen kuntaliitto 2012, 156.)



KUVA 1. Maanalainen muovikaseteilla täytetty imeytys- ja viivytyskaivanto  
(Wavin Labko Oy 2012)



KUVA 2. Imeytyspainanne, Karisto (Lahden kaupunki 2012)



### 6.5.2 Viivyttäminen

Viivyttämisellä tarkoitetaan hulevesien hidastamista ja pidättämistä erilaisilla rakenteilla. Tyypillisimpiä viivyttämiseen käytettäviä rakenteita ovat lammikot, kosteikot, rakennetut altaat, joissa on yleensä pysyvä vesipinta, sekä viivytyspainanteet ja -kaivannot, jotka tavallisesti ehtivät kuivua sateiden välissä. Viivyttämisellä pyritään varastoimaan hulevedet joksikin aikaa ja annetaan niiden hiljalleen vapautua, jolloin niiden laatu myös parantuu suodattumisen myötä. Monet viivytysrakenteet voivat toimia myös esteettisinä tekijöinä maisemarakenteessa, kuten kosteikot ja lammikot. (Suomen kuntaliitto 2012, 172-173.)

Lammikot (KUVA 3) ovat kooltaan pieniä, mutta melko syviä altaita, joita säädellään padottamalla ja juoksutusrakenteella. Ne puhdistavat hulevettä, sekä tasaavat ja alentavat sen virtausnopeutta. Lammikot on usein ympäröity runsaalla kasvillisuudella. Lammikon yläpäässä on suositeltavaa olla tasausallas, jonka tehtävänä on laskeuttaa suurimmat kiintoainemäärät, jotta varsinainen allas pysyisi puhtaampana. Huollon helpottamiseksi lammikoiden pohjalla on tarpeellista olla tyhjennysputki, jonka avulla lammikon saa tyhjennettyä. Keinotekoiset rakennetut altaat (KUVA 4) on tavallisesti rakennettu betonista tai kivistä, ja ne pyritään rakentamaan vesitiiviiksi. Ne voivat muistuttaa ulkonäöltään lammikoita. Altaat ovat hyvin matalia, ja ne tulee varustaa lammikoiden tapaan ylivuotoreiteillä ja tyhjennysputkilla. (Suomen kuntaliitto 2012, 173-174.)

Kosteikolla (KUVA 5) tarkoitetaan aluetta, joka pysyy kosteana vuoden ympäri ja on suurimman osan ajasta veden peitossa. Kosteikot muistuttavat rakenteellisesti hyvin paljon lammikkoja, mutta ne ovat kasvillisuudeltaan monipuolisempia ja runsaampia sekä matalampia. Hyviä sijoituspaikkoja kosteikoille ovat jo olemassa olevat painanteet ja purkureitit, sillä silloin rakennustöitä tarvitsee tehdä vähemmän. Niiden luiskakaltevuuksien tulisi olla loivia, ja ne vievät paljon tilaa, joten ne eivät sovi aina hyvin käyttöpuistoihin. Kosteikoiden alkupäähän on hyvä rakentaa tasausallas, lammikoiden ja rakennettujen altaiden tapaan, lisäksi toinen allas purkupäähän keräämään lietettä. Kosteikkojen muodoilla voi ”leikitellä” ja tehdä perusuomasta mutkittelevan, jolloin toiminnallinen pituus kasvaa. Kosteikot

ovat erityisen hyviä liukoisen fosforin ja typen sitomisessa kasvillisuuteen sekä veden puhdistamisessa. Kosteikon maaperän ollessa ravinteikasta ja sinne johdettavan huleveden ravinnepitoisuuden ollessa pientä, saattaa tapahtua suurta ravinnehuuhtoumaa. Tämän takia ravinnerikasta maata on hyvä poistaa ajoittain. (Suomen kuntaliitto 2012, 175-176.)

Viivytyspainanteet toimivat samaan tapaan kuin imeytyspainanteet, mutta niissä ei pyritä imeytyksen tehostamiseen. Ne tyhjenevät muutamassa vuorokaudessa säätelyrakenteen avulla suotautumalla tai purkuputkella hulevesiviemäriin.

Painanteet voivat olla kiviaineksella tai kasvillisuudella peitettyjä.

Viivytykskaivannot ovat hyviä kohteissa, joissa maanpäällistä tilaa on vähän, mutta viivytyks on tarpeellista. Rakenteeltaan ne muistuttavat imeytyskaivantoja, mutta ne ovat osa hulevesiviemäriverkostoa. Viivytykskaivannot tyhjennetään vedestä salaojituksella ja purkuputkella. (Suomen kuntaliitto 2012, 177.)



KUVA 3. Rakennettu lammikko, Hampuri (FCG 2012)



KUVA 4. Rakennettu allas, Hannover (FCG 2012)



KUVA 5. Kosteikko ja viivytysallas, Karisto (Lahden kaupunki 2014)

### 6.5.3 Johtaminen

Hulevesien johtamisjärjestelmillä pyritään kokoamaan hulevedet ja johtamaan ne hallitusti käsiteltäviksi. Johtamiseen tarkoitettuja maan pinnalla olevia menetelmiä ovat avo-ojat, purot, painanteet, rakennetut kanavat ja uomat, kourut ja tulvareitit. Maanalaisia johtamismenetelmiä ovat salaojitukset ja hulevesiviemärit. Johtamismenetelmien tarkoituksena on hidastaa virtaamaa, puhdistaa ja tehostaa imeytymistä maaperään. Johtamisreitit voivat olla hyvin monipuolisia. (Suomen kuntaliitto 2012, 157.)

Avo-oja (KUVA 6) on tyypillinen hulevesien johtamisjärjestelmä. Ne voivat olla muodoltaan ja syvyydeltään hyvin vaihtelevia, riippuen käyttötarkoituksesta. Avo-ojien ongelmia ovat eroosio ja sortumat, mutta niitä voidaan ehkäistä pitämällä luiska- ja pituuskaltevuus alhaisina. Avo-ojat sopivat myös ympäristön rakenteiden kuivatukseen. Painanteet muistuttavat avo-ojia ja ovat toimintaperiaatteeltaan samanlaisia, mutta eroavat rakenteellisesti. Ne ovat hyvin matalia, loivia ja päällystettyjä kiveyksellä, nurmella tai muulla kasvillisuudella. Painanteiden avulla voidaan myös suodattaa, imeyttää ja käsitellä hulevesiä ja niiden yhteyteen voidaan rakentaa esimerkiksi viivytysaltaita. (Suomen kuntaliitto 2012, 158-159.)

Rakennetut uomat ja kanavat (KUVA 7) ovat luonnonmukaisten avouomien kaltaisia, mutta ne on usein rakennettu betonista tai kivistä. Kanavien ja uomien päätarkoitus on johtaa vettä, ja niiden kyky siihen on hyvä. Niiden tarkoituksena ei ole imeyttää hulevettä, mutta sen viivyttäminen onnistuu patorakenteiden avulla. Kanavat ja uomat voivat toimia monipuolisina ja viihdyttävinä rakenteina ympäristössä tai niihin voidaan luoda keinotekoinen elinympäristö esimerkiksi kaloille. Kourut (KUVA 8) ovat hyvin kapeita ja matalia, kivistä tai betonista valmistettuja painanteita. Kourut on tarkoitettu johtamaan hyvin pieniä määriä vettä. Kivetyt painanteet sopivat hyvin kaupunkiympäristöön kattovesien tai parkkipaikkojen hulevesien johtamiseen. Tulvareitit ovat varsinaisten hulevesijärjestelmien pettämisen varalle suunniteltuja reittejä. Niiden tarkoituksena on johtaa vedet pois riskialueilta nopeasti ja ehkäistä vaaratilanteiden syntyminen. Tulvareittien tyyli voi vaihdella runsaasti kohteesta riippuen. Kaikkien mitoituslaskelmiin liittyvien ympäristökohtien huomioiminen voi



olla vaikeaa tulvareittejä suunniteltaessa, mutta tulvavesien suoraa purkua vesistöön tulee välttää. (Suomen kuntaliitto 2012, 164, 168-170.)

Talviolosuhteilla ei ole merkittävää vaikutusta johtamismenetelmiin, mutta niiden johtamiskyky voi heikentyä huomattavasti. Lumelle on hyvä tehdä tilavarauksia johtamisreittien yhteyteen niin, ettei uoma tukkeudu ja vesi voi virrata siinä vapaasti. Salaojitus ja huoltotoimenpiteet voivat ehkäistä johtamisreittien umpeen jäätymistä. (Suomen kuntaliitto 2012, 171.)



KUVA 6. Avo-oja, Hampuri (FCG 2012)



KUVA 7. Kanava, Karisto (Lahden kaupunki 2012)



KUVA 8. Kivikouru, Hannover (FCG 2012)

## 6.6 Hulevesiviemäreiden mitoitus

Rakennetulla alueella hulevesien mitoitusperiaatteena toimii usein tavanomainen rankkasade tai keväinen lumien sulaminen. Mitoituksessa huomioidaan valuma-alueen ominaisuudet sekä mitoitusasteen intensiteetti. Rankkemmilla sateilla viemäristä saatetaan padottaa, jolloin vedet voivat tulvia viemäristä kaduille. Yleisesti jo rakennusten suunnitteluvaiheessa huomioidaan padotuskorkeudet, jotta suuremmilta vahingoilta välttyttäisiin, mutta erittäin rankoilla sateilla nekään eivät välttämättä riitä. Hulevesiviemäreistä tulvivien hulevesien varalle suunnitellaan tulvareittejä, joita myöten vedet valuvat alueille, joissa niistä ei ole haittaa. Sadevesiviemäreiden mitoituksessa käytetään mitoitusadetta, jolla lasketaan todennäköisyys sateen aiheuttamalle hulevesivirtaamalle. Mitoitukseen vaikuttavat monet tekijät maantieteellisestä sijainnista ja ominaisuuksista siihen, halutaanko kustannukset vai mahdolliset tulvariskit mahdollisimman pieniksi. (Suomen Kuntaliitto 2012, 206-207.)

Mitoitukseen vaikuttavat useat eri tekijät. Valuma-alueen ominaisuudet on yksi oleellisimmista tekijöistä, jotka huomioidaan mitoitusarpeita selvittäessä. Sateen keston ja rankkuuden myötä myös hulevesien osuus kasvaa, mikä vaikuttaa osaltaan mitoitukseen. Valuntakerroin (6.2), virtausnopeudet, kertymisaika ja valuma-alueen pinta-ala ovat tiedot, joiden avulla voidaan suunnitella hulevesien johtamista. Hulevesioppaan (2012, 208) mukaan kertymisaika kuvaa yleisesti aikaa, jolloin vesi virtaa valuma-alueen kauimmaisesta pisteestä valuma-alueen purkupisteeseen, mikä määräytyy virtausreitin pituuden ja virtausnopeuden perusteella. Hulevesivirtaama voidaan määrittää käsin laskennalla tai mallinnusohjelmilla, riippuen laskettavan alueen koosta. Käsin laskennassa ja mallintamisessa on huomioitava, että saadut tulokset eivät kerro absoluuttista totuutta, vaan epävarmuustekijöihin on silti varauduttava. Mitoitus sisältää myös tiettyjä ehtoja.

Hulevesiviemäreiden mitoittamiseen liittyy useita ehtoja, jotka on huomioitava niitä suunniteltaessa. Viemärien käyttöikä voi vaihdella viidestäkymmenestä sataan vuoteen, minkä aikana valuma-alueen maankäyttö voi muuttua paljon. Valuma-alueen muutoksia on lähes mahdoton ennustaa pidemmälle, kuin 20-40 vuoden päähän. Muutoksia virtaamiin tuo mahdollisesti lisääntyvä rakentaminen

ja muuttuva maankäyttö. Viemäreiden tulisi vetää mitoitusvirtaama ilman padotusta, eikä virtaaman nopeus saisi nousta liian suureksi, jolloin vesi kuluttaa viemäriä enemmän ja sen purkupaikassa voi aiheutua eroosiota. Oleellista on kiinnittää huomiota sijoittamiseen ja liittää hulevesiviemäri jo olemassa olevaan verkostoon sekä varmistaa, ettei purkupaikan läheisyydessä aiheudu siitä ongelmia. Eroosiosuojaus purkupisteessä on lähes aina tarpeellista ja sen tulee ulottua niin pitkälle, että eroosiota ei enää aiheudu. Tulvimistilanteisiin tulee varautua, jotta vahingoilta välttyttäisiin, tai ne olisivat mahdollisimman pieniä. Putkikoon määritykseen vaikuttavia tekijöitä ovat mitoitusvirtaama, putkikaltevuus ja putkissa käytettävän materiaalin karkeudesta johtuva mahdollinen virtausvastus. Tavallisesti putkikooksi valitaan hieman isompi putki, jolloin tulvimisriski pienenee. (Suomen kuntaliitto 2012, 208-216.)

#### 6.7 Mitoitus Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D1

D1 Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on määräykset ja ohjeet, jotka koskevat kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoja. Sadevedet tulee poistaa kiinteistöjen alueelta niin, ettei niistä aiheudu muille haittaa tai tulvimisvaaraa. Padotuskorkeus on yleisesti +10 cm kadunpinnasta tonttivilmärin liitoskohdassa. Tärkeintä sadevesilaitteiston mitoituksessa on se, että käytettävä mitoitus sade ei aiheuta tulvimista viemäriässä. Sadevesivilmäreiden mitoitukseseen huomioidaan pystyviemärin siirto, maahan sijoitettavan viemärin pienin koko, joka on DN 70, sadevesikaivosta lähtevän viemärin pienin koko, joka on DN 100, sekä se, että sadevesivilmärin putkikokoa ei saa pienentää virtaussuunnassa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D1 2007, 27-28, LIITE 7.)

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (D1) sadeveden mitoitusvirtaama (q) lasketaan kaavasta

$$q = q_s (k_1 A + k_2 A + \dots + k_n A_n) \text{ dm}^3/\text{s} \quad (1),$$



jossa  $q_s$  on mitoitussade ( $\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ ). Yleensä  $q_s = 0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , tulvimisen haitallisuudesta riippuen ja paikallisen viranomaisen luvalla voidaan käyttää arvoja  $q_s = 0,010 - 0,020 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ .

$k_n$  on valumiskerrointa osa-alueella ( $k = 1,0$ , katot, asfaltti-, betoni- ja muut tiiviit päällysteet,  $k = 0,7$ , sorapäällysteet,  $k = 0,3$ , nurmikot ja päällystämättömät pinnat)

$A_n$  on valuma-alueen osan pinta-ala ( $\text{m}^2$ ) vaakasuoralle pinnalle projisoituna.

## 6.8 Liikennealueiden hulevesien hallinta

Kaupunkien liikennealueet ovat tavallisesti päällystettyä pintaa, jolloin niiden veden läpäisykyky ei ole hyvä. Hulevedet kulkevat liikennealueilla pintoja pitkin, kunnes päätyvät pinnoittamattomille alueille, viemäristöön tai muihin hulevesijärjestelmiin tai suoraan ojiin ja vesistöihin. Uusien liikenneväylien rakentaminen lisää pinnoitettujen alueiden määrää, mikä taas lisää hulevesiä. Biosuodatusalueilla (6.4.1.) voidaan puhdistaa ja viivyttää liikenneväyliltä kulkeutuvia sadevesiä, jolloin alueen hulevesikuormitus pienenee.

Vantaalla kokeillaan luonnonmukaisia hulevesien biosuodatusalueita, jotka ovat valmistuneet kesällä 2013. Ennusteiden mukaan runsaat liikennemäärät tulevat lisäämään hulevesiä ja niiden haitta-ainepitoisuudet tulevat olemaan suuria. Biosuodatusalueiden on tarkoitus vähentää Vantaanjoen tulvariskiä, viivyttämällä veden kulkua. (ILKKA-hanke 2014a.)

## 6.9 Kunnossa- ja puhtaanapito

Liikennealueiden kunnossapidon vastuut jakautuvat kiinteistöille ja kaupungille. Suomen laissa on laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 1978/669, jossa säädetään kunnossa- ja puhtaanapidon vastuista ja mitä ne sisältävät. Asemakaava-alueella sijaitsevien yleisten alueiden kunnossapito kuuluu osittain kaupungille ja osittain tontin omistajalle (LIITE 1). Näihin yleisiin alueisiin sisältyy muun muassa kadut, torit, katuaukiot, puistot ja

istutukset. Yleiseen käyttöön luovutetun kadun puhtaana- ja kunnossapidosta on huolehdittava useiden lakien nojalla, mutta käytännön toimenpiteisiin ja kunnossapidon tasoon vaikuttavat muun muassa katualueen liikenteellinen merkitys ja määrä sekä eri liikennemuotojen tarpeet.

Katujen kunnossapito kuuluu kaupungille, ja sen tarkoituksena on pitää katualueet liikenteen edellyttämässä kunnossa. Kunnossapito pitää muun muassa sisällään päällysteiden korjaamisen, istutuksista ja kadun kalusteista huolehtimisen ja ajoradan pölyn sitomisen. Talvikunnossapito voi olla osittaista, tai tietyt katualueet voidaan jättää kokonaan kunnossapidon ulkopuolelle. Tontin omistajien vastuulla on tontille johtavan kulkutien kunnossapito sekä sen kohdalla olevan jalkakäytävän pitäminen käyttökelpoisena liukkauden torjunnalla ja lumenpoistolla. Tontin omistajat ovat myös velvollisia ilmoittamaan kaupungille rikkoutuneista pinnoista tai muista epäkohdista, joista on haittaa liikenteelle. Kaupunki voi myös ottaa kokonaisvastuun kunnossapidosta tietyllä alueella, jos vastuut ja kustannukset eivät jakaudu tasaisesti tontinomistajien kesken. Puhtaanapidosta vastaa tontinomistaja tontin rajasta kadun keskiviivaan, enintään 15 metrin leveydeltä. Puhtaanapito sisältää kadun siistinä pidon muun muassa lehdistä, roskista ja rikkaruohoista. Puhtaanapidon vastuunjakoon vaikuttavat katualueella olevat istutukset, viherkaistat tai ojat. Kunta vastaa muusta puhtaanapidosta, kuten istutuksista, kalusteista ja liikennemerkkeistä. Kunnan puhtaanapidon alaisuuteen kuuluvat myös torit, katuaukiot, puistot ja muut vastaavat alueet, kuten kunnossapidossakin.

Kaupunki voi määrätä tietyille kunnossa- ja puhtaanapitotoimille tavan, suoritusajan, tavoitetason ja sijoitus- ja käsittelypaikan. Kertyvistä kustannuksista kaupunki voi periä maksun tonttien omistajilta. Laiminlyönneistä kunnossa- ja puhtaanapidossa voidaan sakottaa tai tuomita. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978.)

#### 6.10 Hulevesien ongelmat, laatu ja ympäristövaikutukset

Hulevesiin liittyy useita ongelmia, sillä niiden laatu ja sisältämät haitta-aineet voivat vaikuttaa ympäristöön hyvin negatiivisesti. Hulevesien sisältämiä haitta-aineita on tutkittu, ja yleisimpiä niistä ovat Suomen kuntaliiton hulevesioppaan

(2012) mukaan kiintoaine, ravinteet, metallit, kloridi, sekä öljyt ja rasvat ja eräät muut orgaaniset yhdisteet, esimerkiksi polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet sekä torjunta-aineet. Suolistoperäisten bakteerien esiintyminen hulevesissä on myös tavallista. Ongelmia liittyy myös huleveden määrään, laatuun, maiseman estetiikkaan, ekologiaan, ympäristön käyttökelpoisuuteen, sekä jätevesijärjestelmän käyttöön (Vakkilainen, Kotola, Nurminen 2005, 15).

Päästölähteinä haitta-aineille toimivat teollisuus, liikenne, rakennukset, jätteiden käsittely ja eläinten ulosteet. Jätevesiviemäreiden ylivuodot, viheralueiden torjunta-aineet ja lannoitteet sekä roskat ovat tyypillisiä päästölähteitä. Ne voivat kulkeutua hulevesiin kuiva- ja märkälasseumina tai esimerkiksi teiden liukkauden torjunnasta. Luonnollisten puhdistusmenetelmien, kuten avo-ojien ja kosteikkojen, vähäinen määrä kaupungeissa heikentää osaltaan pintavesien laatua. Laatueroja ja hulevesien aiheuttamat ainehuuhtoumat voivat olla suuria eri kaupunkialueilla. Metsäisillä valuma-alueilla laatu on parempaa verrattuna kaupungistuneisiin valuma-alueisiin. Laatueroihin vaikuttavat myös valuma-alueen ominaisuudet, vuodenaika, sateen intensiteetti ja sadeolot. Sadetapahtuman alussa laatu on usein heikompaa kuin sen lopussa. Ilmiö selittyy läpäisemättömillä pinnoilla olevan lian huuhtoutuessa alkusadeveden mukana. (Suomen kuntaliitto 2012, 124-126.)

Maankäytöllä on merkittävä rooli hulevesissä esiintyvien haitta-aineiden torjunnassa. Maankäyttömuodoilla voidaan vaikuttaa haitta-aineiden syntyyn ja määrään. Esimerkiksi hulevesistä havaitut suolistoperäisten bakteerien määrät korreloivat suoraan asukastiheyden kanssa (Suomen kuntaliitto 2012, 127). Monet toiminnot tarvitsevat hulevesien eritystarkastelua. Esimerkiksi lentokentät ja laajemmat rakennustyömaat ovat maankäyttömuodoiltaan normaalista taajama-alueesta poikkeavia. Tällöin lähempi tarkastelu on tarpeen, kuten Lahdessakin on usein järvien ranta-alueiden rakentamisen yhteydessä havaittu (Permanto 2014).

Hulevesien laatuvaikutukset voidaan jakaa akuutteihin ja kroonisiin vaikutuksiin. Akuutit vaikutukset ovat lyhytaikaisia muutamasta tunnista päivään kestäviä yksittäisten sadetapahtumien tai sekaviemäreiden ylijouksojen aiheuttamia. Tyypillisiä vesistövaikutuksia niille ovat äkilliset kalakuolemat ja rantojen uintikiellot korkeiden bakteeripitoisuuksien vuoksi. Krooniset vaikutukset ovat

pitkäaikaisia kuukausista vuosikymmeniin kestäviä ja ne syntyvät vähittäin ja pitkäaikaisesti kertymällä. Tyypillisimpiä vesistövaikutuksia niille ovat rehevöityminen ja myrkylliset metallipitoisuudet pohjasedimentissä. Hulevesien haittavaikutukset ovat tyypiltään kroonisia ja ne havaitaan myöhään. Haitta-aineiden esiintymismuoto vaikuttaa laatuvaikutuksen tyyppiin. (Suomen kuntaliitto 2012, 132-133.)

Hulevesien epäpuhtauksien vaikutukset vesistöön ovat moninaisia. Sedimentti ja kelluvat aineet vähentävät valon määrää vesistössä, mikä vaikuttaa mm. kalojen kutupaikkojen vähentymiseen ja rantojen mataloitumiseen. Orgaaniset aineet vesistössä vähentävät happipitoisuutta, joka johtaa kalakuolemiin ja sisäiseen kuormitukseen. Tuholaismyrkyt, rikkaruohojen torjunta-aineet, rasvat sekä hiilivedyt ja öljyt ovat myrkyllisiä eliöille. Metallit ovat myös myrkyllisiä eliöille ja niille voi aiheutua lajimuutoksia. Bakteerit ja virukset pilaavat veden, jonka avulla lisääntyvät sairaudet. Typpi ja fosfori lisäävät rehevöitymistä, leväkukintoja ja vesistöjen umpeenkasvua. Veden lämpötilan nousu vähentää myös happipitoisuutta ja lisää levien kasvua, myös kalakuolemia voi ilmetä. Epäpuhtauksien vaikutukset aiheuttavat ongelmia niin pinta- kuin pohjavesillekin. Hulevesien aiheuttamat ongelmat voivat heijastua myös pohjaveteen, kuten sen laadun vaarantumiseen. Päälystetyt ja vettä läpäisemättömät pinnat estävät veden imeytymisen maaperään ja sitä kautta pohjaveteen, jolloin sen pinta voi alentua ja määrä vähentyä. Pohjavesiä suojellaan laein ja niiden pilaamiskielto on ehdoton. (Suomen kuntaliitto 2012, 128-129.)

Kaupungistuminen vaikuttaa myös lumiolosuhteisiin, kuten lisääntyneisiin lumisateisiin ja sulamiskauden aikaisempaan alkamiseen ja päättymiseen. Suomessa vuotuisesta sadannasta tulee 40 prosenttia lumena. Jäätäneet ja vettyneet läpäisevät pinnat edistävät pintavalunnan syntymistä. Lumien sulaessa päälystetyillä pinnoilla hulevettä syntyy runsaasti, etenkin, jos aiheuttajana on sadetapahtuma, jolloin sulaminen on entistä runsaampaa. Lumi kerää itseensä runsaasti saasteita ilmasta ja liikenteestä, jolloin sulamisvedet ovat haitta-ainepitoisuuksiltaan korkeita ja voivat sisältää raskasmetalleja. Haitta-ainepitoisuudet samalla alueella ovat tavallisesti talvella kesäkausia korkeampia. Talven korkeisiin haitta-ainepitoisuuksiin vaikuttavat teiden suolaus ja hiekoittaminen. (Suomen kuntaliitto 2012, 131.)

Kaupunkirakentamisen vaikuttaessa hydrologiaan, lisääntynyt eroosio ja luonnon kosteikkojen vesikierron muuttuminen aiheuttavat myös elinympäristöjen ja eliöiden muuttumista. Kaiken kaikkiaan kaupungistuminen muuttaa valuma-alueen hydrologiaa ja ajan kuluessa purkuvesistöjen veden laatua ja vesieliöstöä (US EPA 1990, Vakkilaisen ym. 2005, 15 mukaan). Hulevesien laadulla on suora yhteys kaupungistumiseen. Niiden suhteellinen merkitys vesistöjen pilaajana on kasvanut vuosien myötä, kun taas tehostuneen käsittelyn ansiosta asutus- ja teollisuusjätevesien merkitys on pienentynyt. Vesien kunnon ja valuma-alueen läpäisemättömien pintojen yhteys on tullut ilmi useissa tutkimuksissa, mikä käytännössä tarkoittaa laajalti päällystetyn alueen purkuvesien olevan hyvin huonolaatuisia. Sitä enemmän purkuvesien laatu huononee, mitä päällystetyimmästä valuma-alueesta on kyse. (Suomen kuntaliitto 2012, 132-136.)

## 7 HULEVESIEN HALLINTA LAHDEN KESKUSTASSA

Lahden kaupunki sijaitsee Päijät-Hämeessä Vesijärven rannalla, Salpausselän reunamuodostumalla. Reilun 100 000 asukkaan kaupungilla on tavoitteena luoda asukkaille viihtyisä ja terveyttä edistävä elinympäristö, jossa hillitään ilmastonmuutosta. Lahden kaupunki on monissa ympäristöhankkeissa mukana ja yhteinen ympäristöpolitiikka Hollolan ja Nastolan kanssa ohjaa päätöksentekoa. (Lahden kaupunki 2014a.)

Salpausselän vuoksi Lahdessa on kaksi hyvin erityyppistä maisema-aluetta, joilla sadeveden luonnollinen imeytyminen on erilaista. Pohjoispuolella maaperä on hyvin vettä imevää ja eteläpuolella tiivistä savimaata. Sadeveden kannalta tärkeitä paikkoja ovat keskustan tuntumassa sijaitsevat luonnontilaiset, metsäiset selänteet. Lahden alueella Vesijärven ekologinen tila on tyydyttävä ja Alasenjärven tila on hyvä vesienhoitolain (2004/1299) mukaisen luokittelun mukaan. Vesijärven ekologiseen tilaan vaikuttaa Lahden keskusta-alueen hulevesien epäsuora johtaminen siihen.

Ongelmia hulevesien johtamiseen ja käsittelyyn tuovat tiiviisti kaavoitettu ja rakennettu keskusta-alue. Luonnollisten hulevesijärjestelmien puuttuminen haittaa ekosysteemejä ja haastaa hulevesien käsittelyn. Päälystetyt pinnat, joita keskusta-alueella on runsaasti, vaikuttavat myös hydrologiaan. Arvioiden mukaan keskustassa on 65 prosenttia vettä läpäisemätöntä pintaa (Malin ym. 2010), joka sisältää kadut, torin, pysäköintialueet ja rakennusten katot. Rakentamaton alue on vähäinen. (Malin ym. 2010, 14-15.)

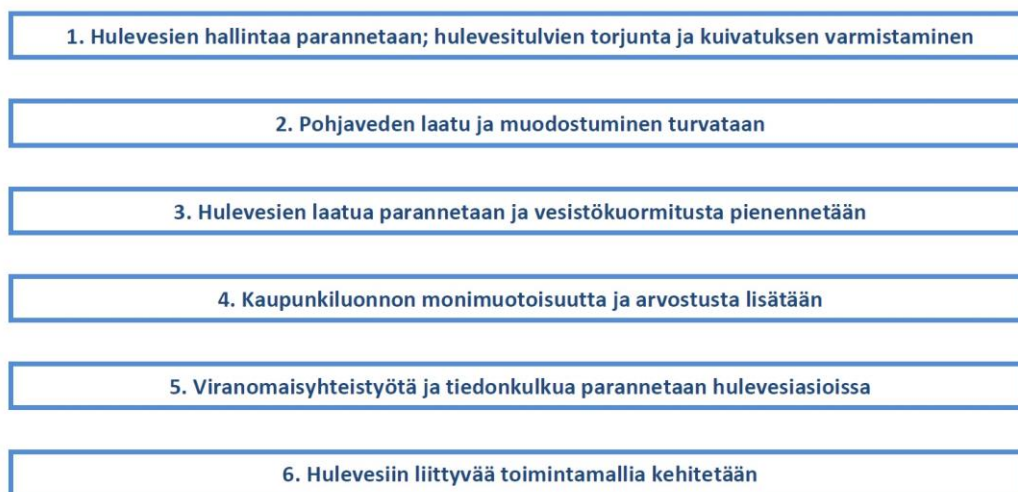
### 7.1 Lahden kaupungin hulevesiohjelma

Lahden kaupungin hulevesiohjelma on vuodelta 2010, ja se on laadittu tukemaan kaupungin strategisia päämääriä sekä kehittämään selkeä malli hulevesien hallintaan. Lahdesta halutaan kehittää elinvoimainen ja houkutteleva ympäristökaupunki, jota hulevesiohjelma on edistämässä. Hulevesiohjelman (2010) visioina on, että “hulevesiä halutaan ja osataan hallita ja hyödyntää Lahdessa ympäristön ja asukkaiden viihtyisyyden sekä teknisten ja taloudellisten

tarpeiden edistämiseksi”. Hulevesiohjelman laatimisessa on ollut mukana useita tahoja muun muassa Suomen ympäristökeskus SYKE ja Hämeen ELY-keskus.

Lahden sijainti Vesijärven rannalla ja useiden muiden järvien ympäröimänä luo haasteita hulevesien hallintaan. Hulevedet kuormittavat runsaasti virkistyskäytössä olevia järviä, jolloin niiden määrää vähennettäessä myös vesistökuormitus pienenee. Konkreettisia toimenpiteitä tarvitaan, jotta ympäristön tila saataisiin strategian edellyttämälle tasolle. Yhteinen päämäärä ja näkemys koko kaupungissa ovat edellytys hulevesiasioiden järkevään hoitamiseen ja hallintaan. Hulevesiohjelmassa on huomioitu ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat vaikutukset, kuten rankkasateiden lisääntyminen, kaupungistuminen ja sen rakenteen tiivistyminen sekä hulevesien laatu sekä eroosiohaitat. Lahdessa syntyy ajoittain ongelmia kaupunkitulvista, sillä riittävät tulvareitit ja viemäristöjen heikko kapasiteetti puuttuvat. Kaupunkisuunnittelussa kaupunkiluonnon huomioiminen ja ekosysteemipalveluiden turvaaminen on tärkeää. (Malin ym. 2010, 6-14.)

Hulevesiohjelmalla on kuusi tavoitetta (KUVIO 4). Tavoitteilla pyritään parempaan yhteistyöhön hulevesienhallinnassa eri toimijoiden kesken sekä turvaamaan pohjavesien laatu ja pienentämään vesistökuormitusta. Tärkeää on myös hulevesienhallintaan liittyvän toimintamallin kehittäminen ja hulevesien laadun parantaminen.



KUVIO 4. Lahden kaupungin hulevesiohjelman tavoitteet (Malin ym. 2010, 22-36)

Lahden kaupungin hulevesiohjelmassa on neljäkohtainen prioriteettijärjestys (KUVIO 5), jonka lähtökohtana on hulevesien synnyn ehkäiseminen, sekä hulevesien hallinnan parantaminen. Prioriteettijärjestyksen avulla pyritään säilyttämään veden kiertokulku mahdollisimman luonnollisena. Prioriteettijärjestyksestä tulee soveltaa hulevesiratkaisujen toteutuksessa.



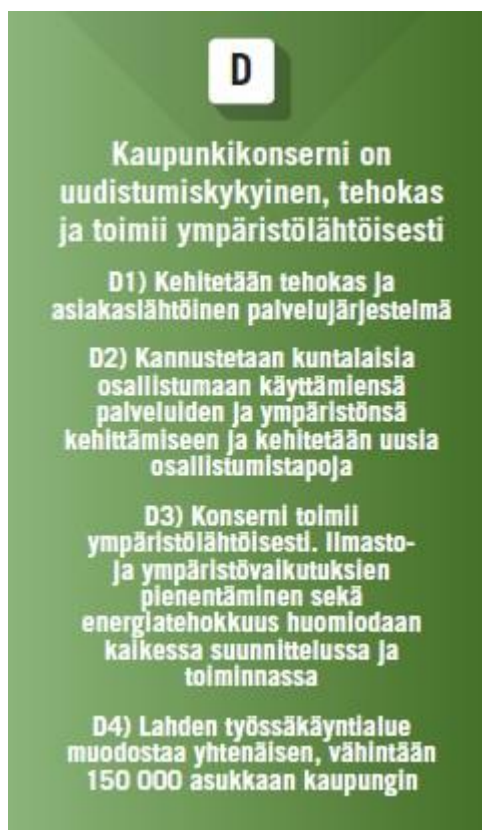
KUVIO 5. Lahden kaupungin hulevesiohjelman prioriteettijärjestys (Malin ym. 2010, 22-36)

Ensimmäisen (I) prioriteetin toteuttamiseksi käytetään biosuodatusrakenteita, imeytysrakenteita, vettä läpäiseviä päällysteitä, luonnonmaastoa ja hulevesialtaita. Menetelmän valinnassa tulee huomioida pohjavedet sekä veden likaisuusaste. Toisen (II) prioriteetin toteuttamiseksi käytetään pintajohtamisjärjestelmiä, kuten kasvillisuuspainanteita, biosuodatusrakenteita sekä katkoksia reunakiveyksissä. Veden puhdistuttua pintajohtamisjärjestelmissä se johdetaan salaojiin. Kolmannessa (III) prioriteetissa voidaan käyttää esimerkiksi avouomia, hulevesialtaita ja kosteikkoja, joiden tarkoituksena on tasata virtaamista sekä laskeuttaa kiintoaineita. Neljäs (IV) prioriteetti on viimeinen vaihtoehto, ja siinä käytetään apuna virtaamaa hidastavia elementtejä, kuten pohjapatoja, lampia tai tulvatasanteita. (Malin ym. 2010, 20-21.)



## 7.2 Lahden kaupungin strategia 2025, ympäristölähtöisyys

Lahden kaupungin vuoteen 2025 ulottuvaa strategiaa, joka on päivitetty vuonna 2011, ohjaa kuusi (A-F) toimintamallia (LIITE 2). Yhtenä toimintamallina (D) on ”uudistumiskykyinen, tehokas ja ympäristölähtöisesti toimiva kaupunkikonserni”. Tämä pitää sisällään neljä kohtaa.



KUVIO 6. Toimintamalli D (Lahden kaupunki 2011)

Strategian jokaisen kohdan toteutumista mitataan erilaisilla mittareilla. D1 menestystekijää mitataan palvelukonseptin kehittämisellä. D2 menestystekijän mittareina ovat kuntalaisten kokemat vaikuttamisen mahdollisuudet sekä toimialojen toteuttamat toimenpiteet. D3 menestystekijää mitataan useilla eri mittareilla, joita ovat kokonaisenergian kulutus, uusiutuvien energialähteiden osuus konsernin kokonaisenergiankulutuksesta, ympäristö- ja ilmastovaikutuksien huomioiminen hankinnoissa, otetaan käyttöön Green Office toimintamalli sekä

laaditaan ympäristövaikutusten arviointimalli päätöksenteon tueksi. D4 menestystekijää mitataan toimialojen toteuttamilla toimenpiteillä. (Lahden kaupunki 2011, 9, 12, 20-21.)

### 7.3 Hulevesien hallintamenetelmät Lahdessa

Putkitettua hulevesiviemäristöä Lahdessa on noin 375 kilometriä ja rakennettua hulevesiojastoa 70 kilometriä. Mitoitusperusteena hulevesiviemäreille käytetään kerran viidessä vuodessa toistuvaa mitoitusadetta, joka vaatii tulvareitin. Mitoitus ei kuitenkaan ole riittävä rankkasateille, mikä on aiheuttanut tulvimista keskusta-alueella. Myös tulvareittien vähäisyys aiheuttaa tulvimista ja ongelmia keskustassa. Tulvaherkkiä kohteita keskustassa löytyy muun muassa Vapaudenkadulta ja Kauppakadulta. Hulevesiä laskee myös viemäriverkoston kautta suoraan vesistöön, jokiin, järviin ja valtaojiin.

Lahdessa hulevedet laskevat vesistöön useampaa eri reittiä, Salpausselän pohjoispuolella Kymijoen vesistöalueeseen ja eteläpuolella Porvoonjoen vesistöalueeseen. Pohjoispuolella hulevesillä on kaksi eri reittiä, joita ne kulkevat: Nastolan järvireittiä tai Vesijärvi-Päijänne-reittiä. Yksi päähulevesiviemäreistä keskusta-alueella sijaitsee Sammonkadulla. Aleksanterinkadun hulevedet johdetaan runsaiden lika-ainepitoisuuksien vuoksi sekavesiviemäreiden kautta puhdistamolle. Sammonkadun venttiilikaivosta voidaan hulevedet ohjata jätevesiviemäriin. Hulevesien johtaminen sekavesiviemäriin voi aiheuttaa häiriöitä puhdistamoilla ja pumppaamoilla sekä turhia lisäkustannuksia ja tulvimisvaaraa. Tavoitteena on johtaa hulevedet suoraan erillisiin hulevesiviemäriin sekaviemäreiden sijaan, jolloin sekaviemäreiden tulviminen rankkasateilla suoraan vesistöön pienenee. Perinteisiä hulevesien hallintamenetelmiä ovat sadevesikaivojen erilaiset ritiläratkaisut.

Keskustan kupeessa menee kaksi suurta valtatieä VT 12 ja VT 4, jotka kulkevat pohjavesialueella tai pohjaveden muodostumisalueella. Maanteiden hulevesien vuoksi on pohjavedenmuodostumisalueella tehty suojaustoimenpiteitä ja johdettu hulevesiä muodostumisalueen ulkopuolelle. Lahden, Nastolan ja Hollolan Seudullisessa pohjaveden suojelusuunnitelmassa (2011) ohjeistetaan muun muassa estämään mahdollisten onnettomuuksien aiheuttamien vahingollisten

aineiden päätyminen pohjaveteen sekä suojaamaan vedenottamot suolattujen teiden riskeiltä.

Nykyisen toimintamallin mukaan Lahden kaupungilla ei ole yhtä yhtenäistä näkemystä ja toimintamallia hulevesien hallintaan (2010). Kunnossapitovastuun jakautuessa usealle eri toimijalle on avo-ojien hoitamisen vastuunotto ongelmallista, mutta kaupungin vastuulla olevien putkitettujen hulevesiverkostojen huolto on toiminut hyvin. Kaupunkitulvien torjuntaan kuuluu ennakointi. Uusia alueita rakennettaessa, tehdään alueelle hyvissä ajoin avoimia hulevesijärjestelmiä vesistökuormituksen torjumiseksi ja eroosion vähentämiseksi paljailla rakennusalueilla. Katualueiden hyödyntämistä hulevesien imeyttämiseen ja kuivattamiseen ei Lahdessa ole käytetty täydellä kapasiteetilla. (Malin ym. 2010, 18-19; Mäyränpää ym. 2011, 33-34.)

Lahden kaupungin rakennusjärjestyksessä on huomioitu hulevedet. Rakennusjärjestyksen periaatteet pohjautuvat maankäyttö- ja rakennuslain pykäliin 135 §, 165 §, vesihuoltolain pykäliin 10 §, 11 §, sekä vesilain 6. lukuun. Uusien rakennusten lupahakemuksiin vaaditaan hulevesisuunnitelma pinta- ja sadevesien johtamiseen. Ensisijaisesti tulee pinta- ja sadevedet imeyttää tontilla, mikäli maaperäolosuhteet ovat siihen otolliset. Muissa tapauksissa tulee vedet johtaa yleisiin sadevesiviemäriin tai avo-ojajärjestelmiin. (Lahden kaupunki 2013b, 21-22.)

### 7.3.1 Lahden hulevesien määrä ja laatu

Lahdessa tutkittiin hulevesien laatua ja määrää Stormwater-hankkeessa vuosina 2008-2010. Tutkimuksessa oli mukana kolme maankäyttömuodoltaan erilaista aluetta, hyvin tiivis-, tiivis- ja väljä alue. Hyvin tiivis- ja tiivis alue sijaitsivat Lahden kaupungin keskusta-alueella. Keskusta-alueilla sähkönjohtokyky nousi huomattavasti talviaikana verrattuna väljään alueeseen, johon syynä saattoi olla teiden suolauksesta johtuvien kloridi-ionipitoisuuksien kasvu. Sähkönjohtokyvyllä tarkoitetaan vesiin liuenneiden ionien, esimerkiksi natrium- ja kloridi-ionien, määrää. Kesäaikana eri alueiden erot tasoittuivat.

Tutkimuksessa tuli ilmi, että maankäyttömuodon tiiviydellä ja vuoden ajalla oli suora vaikutus veden sameuteen. Vesi oli huomattavasti sameampaa talvella ja syksyllä verrattuna kesään. Talvella vettä muodostuu vähän, jolloin likaa on enemmän pienessä määrässä vettä ja syksyllä veden sameutta voivat aiheuttaa roskat. Sameinta vesi oli hyvin tiiviillä alueella ja kirkkainta väljällä alueella. Tutkimuksen aikana havaittiin, että kesällä 2009 mitatuissa tuloksissa keskimääräiset ainepitoisuudet olivat lähes kaikkien aineiden kohdalla suurempia kuin väljällä alueella. Väljällä alueella ainoastaan lyijyn, kokonaisnikkelin ja liukoisen alumiinin, nikkelin ja kuparin pitoisuudet olivat keskimääräisesti suurempia. Hyvin tiiviillä alueella hulevettä syntyy enemmän, jolloin myös ainehuuhtouma on runsaampaa. Eri vuodenaikojen ainehuuhtoumien huomioiminen hulevesien hallinnassa vähentää ympäristökuormitusta. (Sänkiahio & Sillanpää 2012, 8-11.)

### 7.3.2 Hulevesikuormitus Vesijärvessä

Hulevedet sisältävät runsaasti erilaisia haitta-aineita normaalia luonnonhuuhtoumaa enemmän ja näin ollen kuormittavat luontoa enemmän. Erityisesti kuormituksen kohteena on Vesijärvi. Enonselkä, joka sijaitsee Vesijärvellä Lahden kaupungin läheisyydessä, on erityisen kuormittunut hulevesistä yli 40 hulevesiviemärin purkautuessa siihen. Hulevesistä poistetaan vain hiekka ennen niiden järveen laskua.

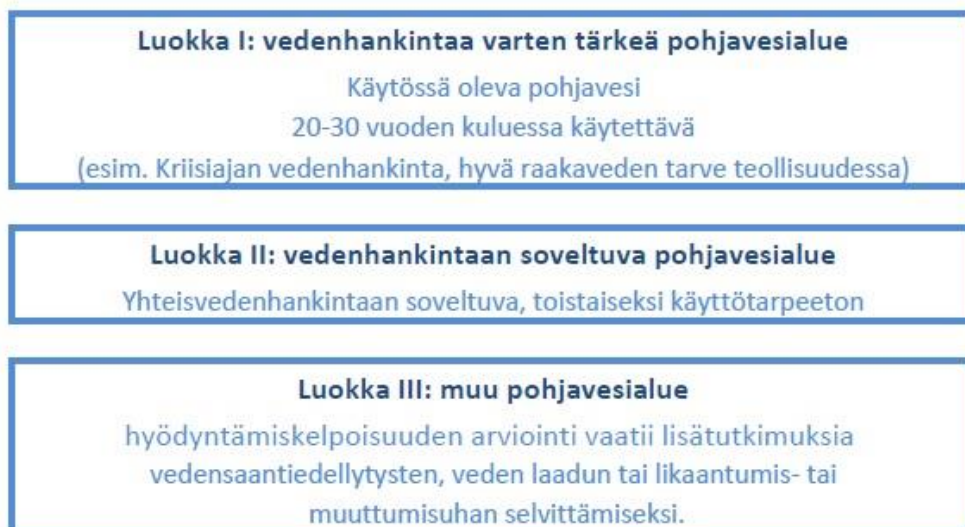
Suurimpia Vesijärveen purkautuvia hulevesiviemäreitä seurattiin näytteenotoilla vuonna 2009, Lahden seudun ympäristöpalveluiden toimesta. Fosforin vuotuinen kuormitus Vesijärveen on 13 920 kg ja typen 360 200 kg. Enonselälle tuleva kuormitus vuonna 2009 oli 150 kg fosforista ja 2195 kg tyypestä. Tutkimuksessa todettiin ravinnepitoisuuksien olevan korkeimmillaan huhtikuun alussa, lumien sulamisen aikaan. Mittaukset eivät anna todellista kuvaa Vesijärveen tulevasta hulevesikuormituksesta, sillä siinä olivat mukana vain kolme suurinta hulevesiviemäriä. Vesijärven valuma-alueelle (32 km<sup>2</sup>), joka on Lahden kaupungin valuma-alue laskennallisesti määritettynä, tulee hulevesien mukana suuria määriä haitta-aineita. Noin 990 kg fosforia ja noin 14200 kg tyypeä

kulkeutuu haitta-aineita Enonselälle vuodessa. (Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö 2014a.)

Mekaaniset ja kemialliset kunnostustoimenpiteet järvien tilan parantamisessa eli MELLI-hankkeessa kokeillaan erilaisia järvikunnostusmenetelmiä Vesijärvellä ja sen valuma-alueella. Hanke on alkanut 1.5.2012 ja päättyy 31.12.2014. Hanke on EAKR-rahoitteinen. Kunnostusmenetelmien tavoitteena on rehevöitymisen torjumisen ja pohjan happikadon parantamiskyvyn nostaminen. Vuonna 2013 toteutettu vedenlaatukartoitus läpivirtausmenetelmällä toi ilmi, että veden johtokykyarvot olivat korkeimpia ja veden lämpötila-arvot matalimpia Lahden kaupungin läheisyydessä (Lindfors & Laukkanen 2013, 3). (Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö 2014b, c.)

#### 7.4 Pohjavesien suojelu Lahdessa

Pohjavesi syntyy veden suodattuessa maaperässä pohjavesikerrokseen ja varastoituu maaperän ja kallion halkeamiin. Suurin osa Suomen pohjavesistä muodostuu soraharjuissa tai reunamuodostumissa, kuten Salpausselissä. Pohjavesialueiksi kutsutaan alueita, joilla pohjavettä muodostuu ja on niin paljon, että sitä voidaan hyödyntää käyttöön. Pohjavesialueet on jaettu kolmeen eri luokkaan (KUVIO 7) käyttökelpoisuutensa ja suojelutarpeensa mukaan. Suomessa luokiteltuja ja kartoitettuja pohjavesialueita on noin 6 020, joiden yhteispinta-ala on 13 300 km<sup>2</sup>. Lahdessa ensimmäisen luokan pohjavesialueita on 5 kpl, toisen luokan 1 kpl ja kolmannen luokan pohjavesialueita ei ole. Lahden kaupungin kokonaispinta-alasta pohjavesialueita on 37 prosenttia ja muodostuvan pohjaveden määräksi arvioidaan 35280 m<sup>3</sup>/d (Lahden kaupunki). (Ympäristöhallinto 2014a; Lahden kaupunki 2014b.)



KUVIO 7. Pohjavesien luokkajako käyttökelpoisuutensa ja suojelutarpeensa mukaan (Ympäristöhallinto 2014)

Pohjavettä käytetään talousvetenä, joten sen suojelu on tärkeää käyttökelpoisuuden säilyttämisen vuoksi. Lisäksi pohjavettä käytetään muun muassa kiinteistöjen lämmitykseen ja jäähdytykseen sekä teollisuuslaitosten erilaisina prosessivesinä (Mäyränpää 2014). Lahden vedenhankinta perustui alussa pitkälti Salpausselän reunamuodostuman pohjaveteen ja siirtyi myöhemmin Vesijärven ranta-alueelle, jolloin pohjavesipurkaumat ovat ehtyneet. Suotuisten lisävesien vähentyminen ja loppuminen on heikentänyt Vesijärven kuormitussietoa yhdessä jätevesivaikutuksen myötä. (Vesijärven ystävät ry. 2014.)

Lahden, Hollolan ja Nastolan seudulle on laadittu yhteistyössä eri toimijoiden kanssa seudullinen pohjavesien suojelusuunnitelma vuosille 2012-2021. Pohjaveden suojelusuunnitelmassa esitetään sen tarkoituksiksi ”*turvata pohjavesivarojen säilyminen käyttökelpoisina siten, ettei pohjavesialueen maankäyttömuotoja kuitenkaan rajoiteta tarpeettomasti*”. Suojelusuunnitelma kokoaa yhteen kolmen kunnan tiedot pohjavesiin vaikuttavista asioista, kuten niiden geologiasta, hydrologiasta ja riskitekijöistä sekä suojelumenetelmistä. Suojelusuunnitelmaa on ohjannut lainsäädäntö (enemmän kappaleissa 3 ja 4).

Pohjavesialueelle liittyy useita riskitoimintoja, joita on arvioitu suunnitelmassa. (Mäyränpää ym. 2011, 1-2.)

Pohjavesien suojelusuunnitelmassa arvioitujen riskitoimintojen suuruus perustuu arvioihin. Vaaraa pohjavesille voi aiheutua sille haitallisten aineiden käsittelystä, kuljetuksesta tai varastoinnista. Myös maaperään imeytyvän veden vähäinen määrä voi vaikuttaa negatiivisesti veden laatuun. Maaperään pääsee imeytymään vettä luontaista määrää vähemmän, jos suuri osa maanpinnasta on päällystettyä ja hulevedet vielä johdetaan päävaluma-alueen ulkopuolelle (Mäyränpää 2014). Toiminnot ja asutus Lahden, Hollolan ja Nastolan alueella ovat sijoittuneet pääasiassa tärkeille pohjavesialueille, jolloin riski pohjavesille on suuri. Riskinaiheuttajia ovat asutus, liikenne ja tienpito, rautatiet, yritystoiminta, maa-ainesten otto, muuntamot, maa- ja metsätalous, pilaantuneet tai mahdollisesti pilaantuneet maa-alueet eli PIMA-kohteet, hulevedet sekä hautausmaat. (Mäyränpää ym. 2011, 23.)

Ennakointi pohjavesien suojelussa on tärkeää. Merkittävimmät keinot ennakointityössä ovat kaavoitus ja maankäytön suunnittelu, joiden avulla pyritään yhteiskunnan toimivuuteen ja osoitetaan paikat jokaiselle toiminnalle. Suojelusuunnitelman toimenpiteitä ja toteutumista seurataan ja täydennetään jatkuvasti. (Mäyränpää ym. 2011, 67, 76.)

## 8 TULVARISKIEN HALLINTA LAHDEN KESKUSTASSA

Laissa tulvariskien hallinnasta (620/2010) luokitellaan merkittäväksi tulvariskialueeksi alue, jolla merkittävän tulvan oletetaan ilmenevän tai jolla todetaan mahdollinen tulvariski. Merkittävyyden arvioinnissa huomioidaan muun muassa paikalliset ja alueelliset olosuhteet sekä mahdolliset uhat kulttuuriperinnön tuhoutumiselle, vesihuollon tai liikenteen katkeamiselle tai ihmisten turvallisuudelle. Kyseisille alueille laaditaan tulvavaarakartat ja tulvariskikartat. Tulvavaarakartalla kuvataan alueita, joille tulvan uskotaan leviävän ja tulvariskikartalla mahdollisia seurauksia. Tulvavaara- ja tulvariskikartat ovat olleet määrä laatia vuoteen 2013 mennessä (Lahden kaupunki 2010). Valmisteilla on myös tulvariskien hallintasuunnitelma vuosiksi 2016-2021 ympäristöhallinnon toimesta. Tulvariskien hallintasuunnitelmien tulee olla valmiita vuoden 2015 loppuun mennessä. (LTH 620/2010, 8 §, 9 §; Lahden kaupunki 2010, 9; MMM 2014, 20; Ympäristöhallinto 2014b.)

Lahden alueella ei merkittäviä vesistötulvariskialueita ole, mutta rankkasateiden seurauksena tulvia voi syntyä viemäristöjen kapasiteettien ylittyessä. Kuviossa 8 esitetään kartoitetut Vesijärven tulvariskialueet keskustan läheisyydessä veden pinnan noustessa 1,5 metriä. Lähin tulvariskialue sijaitsee Pikku-Vesijärven puistoalueella. Lahden keskustassa on kokemusta rankkasateiden aiheuttamista tulvista mm. vuodelta 2004, jolloin vedet aiheuttivat ongelmia lähinnä liikenteelle. (Lahti Aqua Oy 2013; Malin ym. 2010, 48.)





KUVIO 8. Järvien tulvariskialueet keskustan läheisyydessä veden pinnan noustessa 1,5 metriä (Malin ym. 2010, 48)

### 8.1 Tulvariskien hallintamenetelmät

Vuoden 2015 loppuun mennessä laadittavissa tulvariskien hallintasuunnitelmissa esitetään toimenpiteitä riskien ennustamiseen ja varoitamiseen, ehkäisemiseen ja vähentämiseen sekä kustannuksia ja hyötyjä. Ensisijaisesti tulvariskien hallintasuunnitelmat laaditaan tulvaherkille alueille, kuten rannikkokaupunkeihin. Varautuminen on tarpeellista myös muilla tulville alttiilla alueilla. Tulvariskien hallintasuunnitelmat hyväksyy maa- ja metsätalousministeriö.

Ensisijaisen tärkeää on suojata yhdyskunnat tulvan aiheuttamilta riskeiltä. Tulvariskeihin varautuminen vaatii yhteistyötä kaikilla toimialoilla, valtiosta kiinteistönomistajiin. Ennakoimalla ja hyvällä maankäytön suunnittelulla voidaan estää ja varautua riskikohteiden syntyminen tulvaherkille alueille. Tärkeää

hallinnan kannalta on myös vesistörakenteiden kunnossapito ja turvallisuus sekä sujuva tulvantorjunta ja pelastustoiminta tulvan aikana. Vesistötulvien syntymistä ja kehittymistä ennustaa vuoden 2014 alussa perustettu tulvakeskus. Ilmatieteen laitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen käyttämä yhteinen palvelu toimii yhteistyössä pelastustoimien ja ELY-keskusten kanssa. Tolvakeskuksen palveluita voivat käyttää kaikki. (MMM 2014, 20.) Rankkasateista johtuvat kaupunkitulvat eivät kuitenkaan kuulu tolvakeskuksen toiminnan piiriin (Permanto 2014).

Hulevesistä syntyvien tulvariskien tyypillisiä hallintamenetelmiä ovat vettä läpäisevät pinnat, imeytys ja viivytys. Hulevesien kulkua voidaan ohjata katusuunnittelulla, hulevesiviemäreillä, sekä tolvareiteillä. Jos edellä mainittujen menetelmien kapasiteetti ylittyy, voi vaaraa syntyä rakentamiselle ja rakenteiden tolvansietokyvyille. Vahinkojen syntymistä voidaan kuitenkin ehkäistä tolvantorjunnalla, tolvuennusteilla ja tilapäisillä rakenteilla. (Kaatra 2011.)

Käytännönläheisempiin tolvimisen hallintakeinoihin kuuluvat tolvareitit. Ne ovat maan pinnalla olevia reittejä, joihin hulevedet voidaan johtaa viemäristön täyttyessä (Suomen kuntaliitto, 2010). Lahdesta puuttuvat kyseiset tolvareitit, mikä aiheuttaa ongelmia hulevesien hallintaan. Aqua Palvelu Oy:n toimitusjohtaja Hannu Mustosen mukaan tolvareittien puuttuminen Lahdessa aiheuttaa niin sanottujen ”pussien” syntymisen, jolloin vesi jää viemäreiden täyttyessä paikoilleen ”lillumaan”. Seisova vesi voi haitata liikennettä sekä rakennusten rakenteita. (Suomen kuntaliitto 2010, 15; Mustonen 2013.)

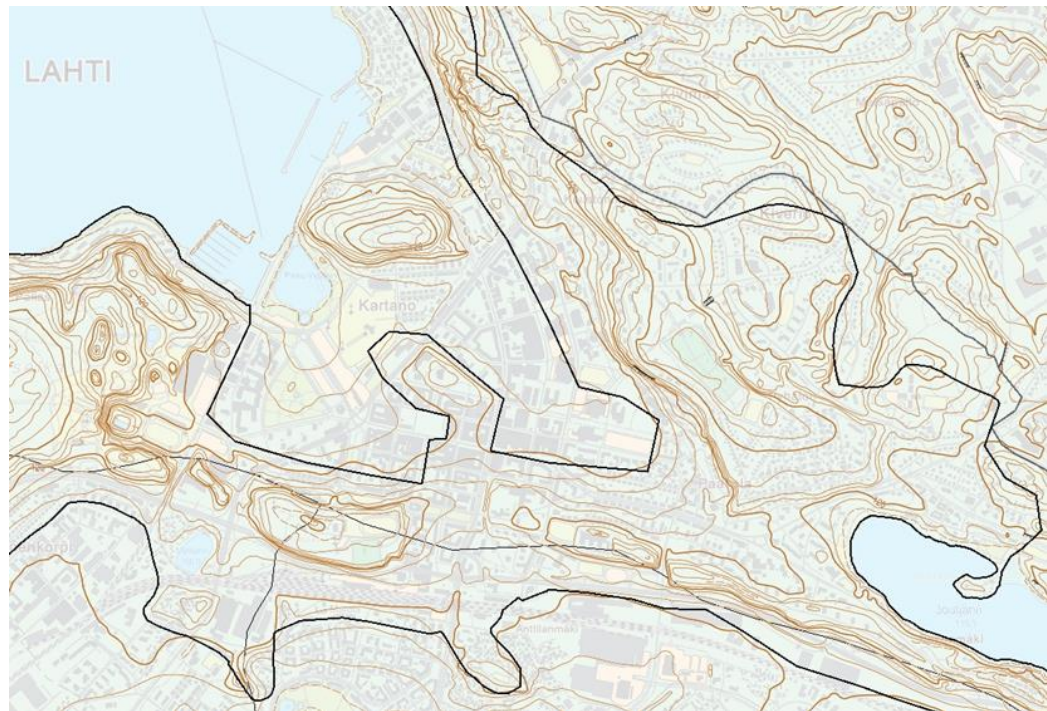
Hulevesien ja näin ollen kaupunkitulvien hallintaan keskusta-alueella löytyy useita keinoja. Katualueiden yhteyteen olisi mahdollista sijoittaa niin sanottuja vihertaskuja, joihin yhdistetään tavanomainen hulevesiviemärointi. Vihertaskut voidaan maisemoida monipuolisesti, ja ne toimivat myös tolvareitteinä, jotka Lahdesta puuttuvat sekä ylivuotojen purkupaikkoina. Myös rankkasade-ennusteet toimivat yhtenä hallintamenetelmänä, jolloin rankkasateita voidaan ennakoida ja niihin voidaan valmistautua.

## 8.2 Keskusta-alueen ominaispiirteet

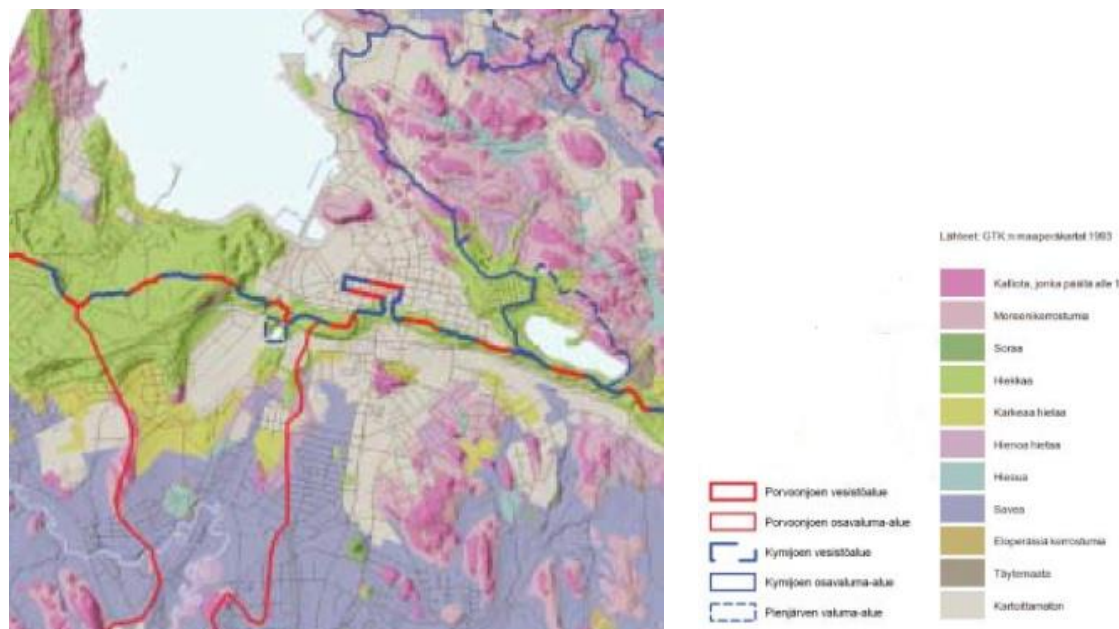
Lahden kaupungin ydinkeskusta sijaitsee Salpausselän reunamuodostuman pohjoispuolella ja kuuluu Vesijärven valuma-alueeseen. Valuma-alue on kooltaan 515 km<sup>2</sup> (LSYP 2014). Keskusta-alue jakautuu kahteen vesistöalueeseen, joista eteläpuoli kuuluu Porvoonjoen vesistöalueeseen sekä osavaluma-alueeseen ja Salpausselän pohjoispuoli Kymijoen vesistöalueeseen sekä osavaluma-alueeseen (KUVIO 9). Ydinkeskustaa kuormittavat erityisesti Kymijoen osavaluma-alueen sadevedet. (Malin ym. 2010, 14). Joutjärven ympäristöstä sadevesi valuu Joutjoen kautta Vesijärveen, jolloin ne eivät lisää keskusta-alueen sadetulvariskiä (Permanto 2014).

Keskusta-alueelta löytyy useita eri maalajeja (KUVIO 10), mutta ydinkeskusta-alueen maalaji on kartoittamatonta. Ensimmäisen Salpausselän vuoksi soraa sekä hiekkaa esiintyy alueella runsaasti. Ne ovat raekooltaan suuria, jolloin myös vedenläpäisevyys on hyvä. Keskustan tuntumasta löytyy myös metrin syvyydeltä moreenikerrostumia ja kalliota, jonka päällä on alle 1,00 mm:n maakerros. Ensimmäisen Salpausselän eteläpuolella on runsaasti savimaata. Maankäytöltään keskusta-alue on pääosin taajaan asuttua sekä julkisten- ja yksityisten palveluiden ja muun yritystoiminnan käytössä. Keskusta-alue sijaitsee pohjavesialueella sekä osa siitä pohjaveden muodostumisalueella. Pohjavesiluokituksestaan alue on I-luokan pohjavesialue eli vedenhankinnan kannalta tärkeä alue. (Malin ym. 2010, Liitteet 8, 10; Lahden kaupunki 2013a.)

Lahden kaupungin keskusta-alue on Salpausselän ja mäkien ympäröimä. Pinnoitettua aluetta on runsaasti, jolloin muun muassa hulevesien imeyttäminen on hankalaa. Ydinkeskusta-alueen ilmakuvaa tarkasteltaessa vihreää näkyy hyvin vähän. Vihreintä on Kirkkopuiston alueella. Lähes koko keskustan alue on vettä läpäisemätöntä päällystettyä pintaa, puistoalueita lukuun ottamatta. Keskusta-alueen keskeisimmät puistot ovat Fellmanninpuisto, Marianpuisto, Kaupungintalonpuisto, Toripuisto ja Kariniemenpuisto (Lahden kaupunki 2014c).



KUVIO 9. Vesijärven valuma-alueen rajat (ohut harmaa), korkeuskäyrät (ruskea) ja pohjavesialueen rajat (paksu musta) (Maanmittauslaitos 2014)



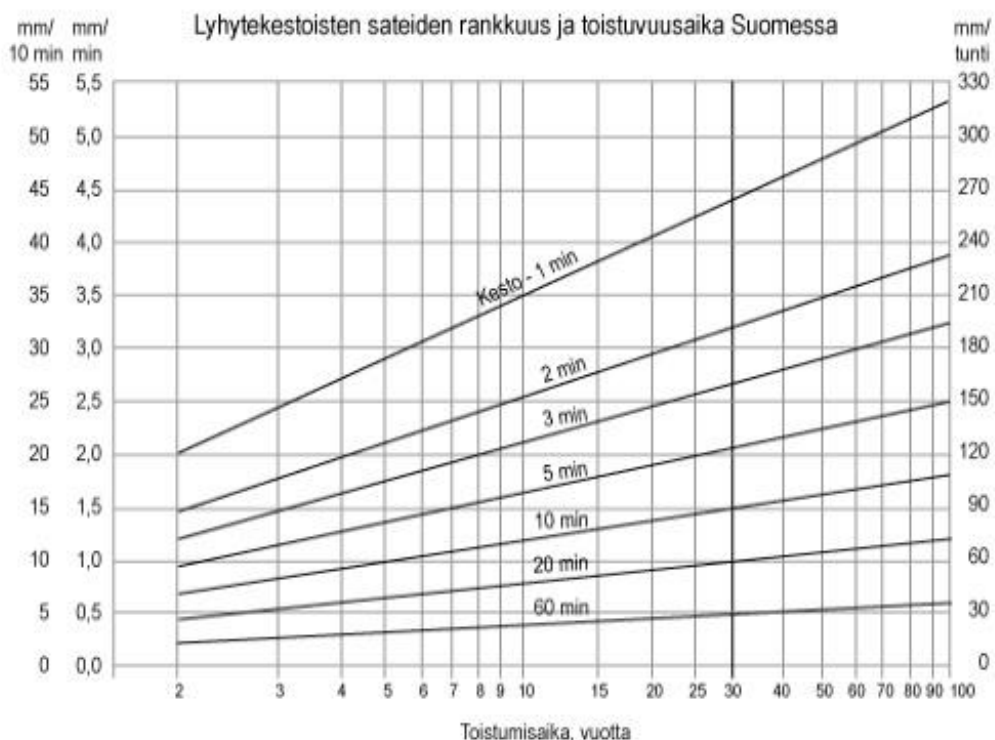
KUVIO 10. Pohjamaan maalaji metrin syvyydellä ja valuma-alueiden rajat (Malin ym. 2010, 51)

### 8.3 Keskustan rankkasateiden kestävyys

Ilmastomuutos ja sen mukanaan tuomat ääri-ilmiöt luovat haasteita kaupungeille. Suuri osa Lahden kaupungin keskusta-alueesta on päällystettyä pintaa, mikä hankaloittaa veden imeytymistä maaperään, kuormittaa hulevesiviemäriverkostoa ja voi synnyttää tulvia. Rankkasateen aiheuttamista tulvista on kokemusta Lahdessa usealta vuodelta 2000-luvulla. Rankkasateista syntyneet vesimäärät ovat kerääntyneet viemäristön täytyttyä keskusta-alueen matalimpiin kohtiin. Lahdessa normaali vuotuinen sadanta on 630 mm (Mustonen 2013).

Sateen rankkuus voi vaihdella runsaasti, etenkin kesällä ukonilmojen yhteydessä. Rankkasateen määritelmä riippuu sateen keston ja määrän suhteesta toisiinsa. Rankkasateen määritelmä täyttyy esimerkiksi, kun viiden minuutin sisällä sataa 2,5 mm tai 24 tunnin aikana sataa 20 mm vettä. Rankkasateet eivät ole harvinaisia Suomessa (Ilmatieteen laitos 2014). Suomen ilmatieteenlaitoksella on tehty tutkimusta havaintoihin perustuneista rankkasademääristä, kuivista kausista ja syvistä lumipeitteistä Suomessa vuonna 2009. Tutkimuksessa hyödynnettiin 12:n eri mittausaseman suorittamia mittauksia Suomen eri osissa. Tutkimuksessa havaittiin 10-vuotisen päivittäisen tuottotasosadannan vaihtelevan keskimäärin 39 mm:n ja 57mm:n välillä (Venäläinen ym. 2009).

Kaaviossa (KUVIO 11) on esitetty harvinaisten ja poikkeuksellisen rankkojen sateiden toistuvuusajankäyttö Suomessa. Sitä voidaan soveltaa yhdessä paikassa tapahtuvien rankkasateiden todennäköisyyksien arviointiin. Esimerkki: Jos 10 min aikana sataa vettä 10 mm, on samanlaisen sateen sattumisen todennäköisyys samassa paikassa vain keskimäärin kerran 5 vuodessa (Ilmatieteenlaitos 2014).



KUVIO 11. Harvinaisten ja poikkeuksellisen rankkojen sateiden toistuvuus aika Suomessa (Ilmatieteenlaitos 2014)

Elokuussa 2004 Lahdessa koettiin rankkasateiden aiheuttamaa tulvimista keskusta-alueella (KUVA 9, KUVA 10), kun vedet kerääntyivät kaduille viemäreiden täyttyessä. Tulviminen aiheutti ongelmia ja häiriöitä liikenteelle. Aikaisemmat kokemukset tulvaherkistä kohteista ovat muun muassa Vapaudenkadulla Hotelli Cumuluksen kohdalla ja Kauppakadulla (Mustonen 2013). Keskusta-alueella tärkeää ennaltaehkäisyä on vettä läpäisemättömien pintojen minimoiminen sekä tulvareittien luominen.

Lahdessa on noin 6 500 ritaläkaivoa, joista keskustassa noin 2 000. Keskustan ritaläkaivot puhdistetaan kerran vuodessa, muut 4 000 kaivoa puhdistetaan kahden vuoden välein (Kunnallistekniikka 2013). Viemäriverkostoa ei ole suunniteltu kestämään hyvin rankkoja sateita. Mahdollisen hyvin rankan rankkasateen sattuessa viemäriverkoston kapasiteetti ylittyy ja ”ylimääräinen” vesi purkautuu ulos sieltä, mistä mahdollista. Näiden purkautumien ja kerääntymien hallitsemiseksi tulvaherkissä kohteissa olisi hyvä varautua hulevesien hallinnan

keinoin, esimerkiksi tulvareiteillä tai imeyttämällä sekä sadevesiviemäriverkoston teknisillä ratkaisuilla sen tehokkuuden parantamiseksi. Uusia kehitteillä olevia menetelmien, kuten CLASS-hankkeen menetelmät, käyttöönottoa olisi hyvä harkita seuraavien saneeraushankkeiden yhteydessä.

Valmiustaso rankkasateiden hallintaan ja niiltä suojautumiseen ei ole Lahdessa korkea, Päijät-Hämeen pelastuslaitoksen palomestarin Mika Nevalaisen mukaan. Päijät-Hämeen pelastuslaitoksen kokemukset rankkasadetulvista liittyvät lähinnä sisätiloihin ja kellareihin. Sadevedet ovat tulvineet sisätiloihin, joista ne on pumpattu pois. Pelastuslaitoksella ei ole käytössään varsinaista kaupunkitulvien torjuntakalustoa, pumppukalustoa lukuun ottamatta. Tulvavallisäkit ja tulvien ohjauspuomit puuttuvat kokonaan. Tarvittaessa tulvantorjunta-apua voidaan saada virka-apuna puolustusvoimilta. (Nevalainen 2013.)

Päijät-Hämeen kuntien yhteinen turvallisuus- ja riskienhallintapäällikön Antti Prepulan mukaan toriparkki sijaitsee alempana kuin sadevesiverkosto. Tulevaisuudessa siitä voi aiheutua ongelmia rankkasateiden myötävaikutuksesta. Salaojituksen vetämättömyys aiheuttaa vesien purkautumista, jolloin se kulkee aina jonnekin. Jos tähän ei varauduta, voi syntyä vesivahinkoja. Myös määräys teknisten laitteiden sijoittamisesta maanpinnan yläpuolelle vähentäisi häiriöitä ja kustannuksia tekniikkaan ja elektroniikkaan liittyen. Prepula ehdottaa myös kiinteistöille oman tulvatorjuntakaluston hankkimista tulvaherkkien kohteiden läheisyydessä. (Prepula 2014.)





KUVA 9. Kauppakatu rankkasateella 2.8.2004 (LV Lahti Vesi Oy 2004a)



KUVA 10. Kauppakatu rankkasateella 3.8.2004 (RYVE-hanke 2004)





KUVA 11. Kauppakatu rankkasateella 2.8.2004 (LV Lahti Vesi Oy 2004b)

#### 8.4 Tulvavahinkojen korvaaminen

Poikkeuksellisen vahingollisten tulvien aiheuttamat vahingot rakennuksille sekä irtaimistoille on korvattu vuoden 2014 alusta alkaen tulvavakuutuksista.

Tulvavahinkolaissa säädettiin valtio korvaamaan poikkeuksellisten tulvien aiheuttamat vahingot, mutta käytäntö poistettiin 2013 lopussa. Monet vakuutusyhtiöt tarjoavat poikkeuksellisista tulvista johtuvia tulvavahinkoja korvaavia vakuutuksia, joihin sisältyvät myös rankkasadetulvien aiheuttamat vahingot (MMM 2014, 20). ELY-keskus arvio tulvan poikkeuksellisuuden, jonka perusteella korvausten maksamisesta päätetään. Vesistötulva on poikkeuksellinen toistuessaan 20 vuoden välein tai harvemmin (Malin ym. 2010). Porissa oli yksi suomen pahimmista rankkasateen aiheuttamista kaupunkitulvista 2007 (Pori 2009).

12.8 2007 Porissa koettiin rankkasateen aiheuttama kaupunkitulva, jonka aiheuttamat vahingot olivat mittavia. Vesivahinkoja aiheutui yli tuhannelle kiinteistölle hule- ja jätevesien purkautuessa kellareihin ja pintavesien valuessa

rakennuksiin sisään suoraan oviaukoista. Rankkasateen aiheuttamien vahinkojen kokonaissummaksi on arvioitu noin 22 miljoonaa euroa, josta Porin kaupunki on maksanut korvauksia 1 miljoonaa euroa ja vakuutusyhtiöt 8,2 miljoonaa euroa. (Pori 2009.)

Vastaavien korvauksien maksaminen tulvatilanteessa olisi iso rasite Lahdelle, kuten mille tahansa kaupungille. Lahdessa olisi hyvä selvittää tulvavahinkojen korvauskäytäntöjä ja ottaa oppia Porin tapahtumista. Etenkin kokemuksen pohjalta luodut uudet käytännöt vastaisuuden varalle olisi hyvä sopeuttaa myös Lahden toimintamalleihin. Pitkällä aikavälillä tulvariskien minimoiminen tulisi kaupungille kannattavammaksi ja parantaisi koko kaupungin turvallisuutta ja valmiustasoa.

## 8.5 Ratkaisuja kaupunkien rankkasadetulvavesien hallintaan

Ympäri maailmaa ja Suomea on pyritty ratkaisemaan ilmastonmuutokseen liittyviä haasteita ja parhaita sopeutumiskäytäntöjä. ILKKA-hankkeessa pyritään löytämään parhaat käytännöt Suomen olosuhteisiin ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin haasteisiin. Sopeutumiskäytännöistä parhaat on jaoteltu omiin osioihinsa, kuten maankäyttöön, rakentamiseen ja vesi- ja jätehuoltoon. (ILKKA-hanke 2014.)

Tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä täytyy ratkaisujen olla luovia, sillä suurten vesimäärien varastoiminen ja käsittely on hankalaa. Suomen valtion omistaman teknologian tutkimuskeskuksen (VTT) vuonna 2012 alkanut CLASS-hanke pyrkii vastaamaan haasteeseen kaupunkipintojen veden läpäisevyydestä. Hankkeessa kehitetään uusia vettä läpäiseviä päällysmateriaaleja sekä maanalaisia ratkaisuja hulevesien hallinnan avuksi ja pyritään samalla vähentämään kuormitusta hulevesiviemäriverkostoissa. Vesien imeyttäminen maaperään syntypaikallaan vähentää myös vesistökuormitusta. Hankkeessa kehitetään ensisijaisesti Suomen olosuhteisiin sopivia menetelmiä. Menetelmiä pilotoidaan hankkeen loppupuolella, useissa eri kaupungeissa, joita hankkeessa on ollut mukana. (ILKKA-hanke 2014b.)

Rotterdamissa, Hollannissa on pyritty hyödyntämään sateiden jälkeiset hulevedet kaupunkiviihtyisyyden lisäämiseen vesiaukioilla. Järjestelmällä pyritään välttämään vesien tulvimista kellareihin ja teille. Vesiaukion ei ole tarkoitus säilöä vettä pitkäksi ajaksi, vaan se pumpataan vesijärjestelmään sateen lakattua. Suurimman osan vuodesta aukio on kuiva. Ratkaisulla lisätään sadevesiviemäristön kapasiteettia sekä vesien varastointitilaa tiiviissä kaupunkiympäristössä. (ILKKA-hanke 2014c.)

Ilmastonmuutoksen haasteisiin on Ruotsin Malmössä pyritty vastaamaan sopeutumisstrategialla ja Augustenborgin kaupunginosassa ekologisella, avoimella viemäriverkostolla. Viemäriverkoston avoimuudella pyrittiin estämään tulvia, mutta myös lisäämään viihtyisyyttä. Viemäriverkoston yhteispituudeltaan yli kuusi kilometriä pitkiin kanaaleihin ja vesikäytäviin sekä kymmeneen säilytyslampeen kulkeutuu jopa 90 prosenttia alueen hulevesistä. Kanaaleista ja vesikäytävistä vedet ohjataan tavalliseen viemärijärjestelmään. Malmössä hankkeen onnistumisen avaimena pidetään asukkaiden aktiivista osallistumista. (ILKKA-hanke 2014d.)

Jo valmiiksi tiivistä rakennettuun kaupunkiympäristöön voi olla lähes mahdoton rakentaa suuria, tilaa vieviä avoimia järjestelmiä. Keskusta-alueella avoin viemäriverkosto ei ole ihanteellisin ratkaisu, mutta asukkaiden innostaminen ja aktiivinen mukaan saaminen voi edesauttaa uusien järjestelmien ja hankkeiden läpivientä.

## 9 KAUPUNKITULVARISKIKOhteet Keskustassa

Lahden keskustassa selvitettiin alueen keskeisimpiä rankkasateiden aiheuttamia tulvariskikohteita (LIITE 3). Tarkastelussa oli mukana koko Lahden keskusta-alue, mutta työssä keskityttiin tarkemmin aivan ydinkeskustaan. Keskeisenä ajatuksena selvityksen taustalla on katuverkoston kuvittelemisen jokina ja niiden karkeiden virtaussuuntien selvittäminen korkeuspisteiden avulla.

Pohjamateriaalina on käytetty Lahden kaupungin omaa, melko karkeaa korkeuspisteaineistoa. Työssä tarkastellaan vesien kerääntymiskohtia katualueilla, joiden perusteella voidaan varautua ja ehkäistä mahdollisia vahinkoja. Lahden keskustassa tehtiin marraskuussa 2014 laserkeilausta (Honkanen 2014), jolla saadaan selville hyvin tarkat korkeuserot sekä pinnanmuodot.

Laserkeilausaineistoa aiotaan käyttää tulevaisuudessa suunnittelutyön apuna mahdollisuuksien mukaan.

### 9.1 Aluerajaus

Työn keskeisenä tarkastelualueena on ollut osa Lahden ydinkeskustaa, jota rajaavat Päijänteenkatu, Vesijärvenkatu, Kulmakatu, Saimaankatu, Aleksanterinkatu, Rauhankatu ja Lahdenkatu. Maankäytöltään alue on tiiviisti rakennettua ja päällystettyä, pinnanmuodoiltaan hyvin vaihtelevaa. Kohdealueella sijaitsee muun muassa Ristinkirkko ja Kirkkopuisto, rakenteilla oleva Toriparkki sekä Lahden kaupungin teknisen ja ympäristötoimialan virasto. Tarkastelualue on esitetty kuvassa 12.

Tarkastelualue on pinta-alaltaan noin 30 ha ja sen rajojen pituus noin 2,7 km (Paikkatietoikkuna 2014). 30 ha on alueen pinta-ala kartalla, jolloin pinnanmuodot ja niiden vaihtelut eivät näy tuloksessa.



KUVA 12. Tarkastelualueen sijainti ja rajat (muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2011)

## 9.2 Havainnot

Tarkastelualueen korkeuspisteitä tutkiessa tuli ilmi useita matalia kohtia, joihin vedet kerääntyvät. Osasta kohteista löytyy jo kokemuseräistä tietoa runsaasti. Riskikohdat sijaitsevat Vapaudenkadulla Hotelli Cumuluksen ja Lidlin kohdalla (KUVA 13), Kauppakadun ja Voudinkujan risteyksessä (KUVA 14) sekä Kulmakatu 5:n kohdalla (KUVA 14). Vesien viipymiskohtien läheisyydessä on maanalaisia parkkihalleja (Trio, Syke, Paavolan terveysaseman ja Kelan parkkihallit), joihin kulkeutuvat sadevedet voivat aiheuttaa mittavia vahinkoja niin rakenteille, viemäristölle kuin autoillekin. Riskialueiden suurin uhka on liikenteen vaarantuminen ja kulkuyhteyksien katkeaminen runsaiden vesimassojen vuoksi.

Tarkastelualueella Kirkkopuiston harja ja Rautatiekatu (KUVA 15, KUVA 16) toimivat vedenjakajina. Rautatiekadun ja Kirkkokadun risteyksessä on korkeutta 109,5 m merenpinnasta. Kirkkokadun korkeimmassa kohdassa on korkeutta 109,8 m. Sen itäpuolen sadevedet valuvat pääosin Kirkkokatua pitkin Kauppakadulle, joista osa saattaa johtua Vesijärvenkadulle tai Lankapolulle sateen virtauksen

voimakkuudesta ja määrästä riippuen. Vapaudenkadun ja Rautatienkadun risteyksestä itäpuolen sadevedet valuvat ja kerääntyvät Hotelli Cumuluksen kohdalle. Aleksanterinkadun ja Rautatienkadun risteyksestä vedet valuvat Vesijärvenkadulle, josta Vapaudenkadulle. Rautatienkadun ja Kirkkokadun länsipuolelta vedet kulkeutuvat alas Kirkkokatua, Mariankatua sekä Rauhankatua Lahdenkadulle, Vapaudenkadulle tai Aleksanterinkadulle asti. Vapaudenkadulta ja Aleksanterinkadulta vedet valuvat Lahdenkadulle. Kirkkopuiston harjalta vedet valuvat Kirkkokadulle, Lahdenkadulle tai Päijänteenkadulle. Päijänteenkadulla Vesijärvenkadun päässä ja Lahdenkadun ja Kirkkokadun risteyksessä on pienet vedenjakajat. Tulvavedet valuvat kaupunkitulvariskikohteisiin hyvin laajalta alueelta.

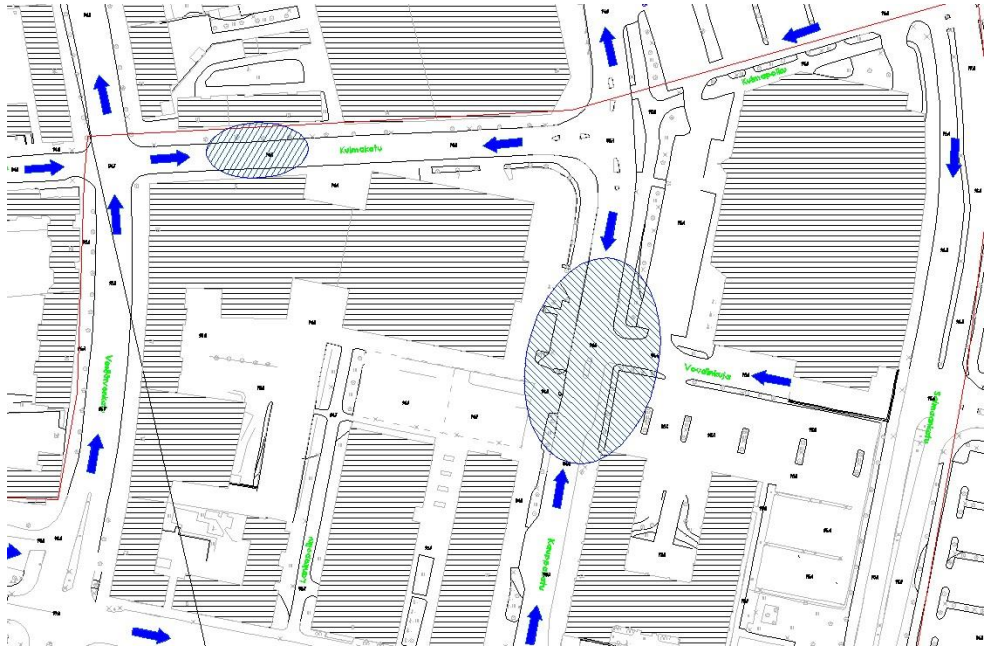
Karkean ja harvan korkeuspisteaineiston tarkastelun yhteydessä huomasiin, että kartalla tehdyt havainnot ja todellisuudessa eivät aina vastaa toisiaan. Esimerkiksi Lahdenkadun ja Päijänteenkadun kulmaukseen näytti syntyvän pieni vesien viipymiskohta, mutta todellisuudessa sitä ei synny. Katujen kaatoja tai korkeinta pistettä ei myöskään aineistosta saa selville, mikä vaikuttaa osaltaan tulosten suurpiirteisyyteen.

Vesien virtaussuunnat on osoitettu sinisillä nuolilla, vedenjakajan raja punaisella katkoviivalla ja tulvariskikohteet sinisillä raidoitetuilla alueilla.



KUVA 13. Vapaudenkadulla sijaitsevat tulvariskikohteet ja vesien virtaussuunnat (muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2014)

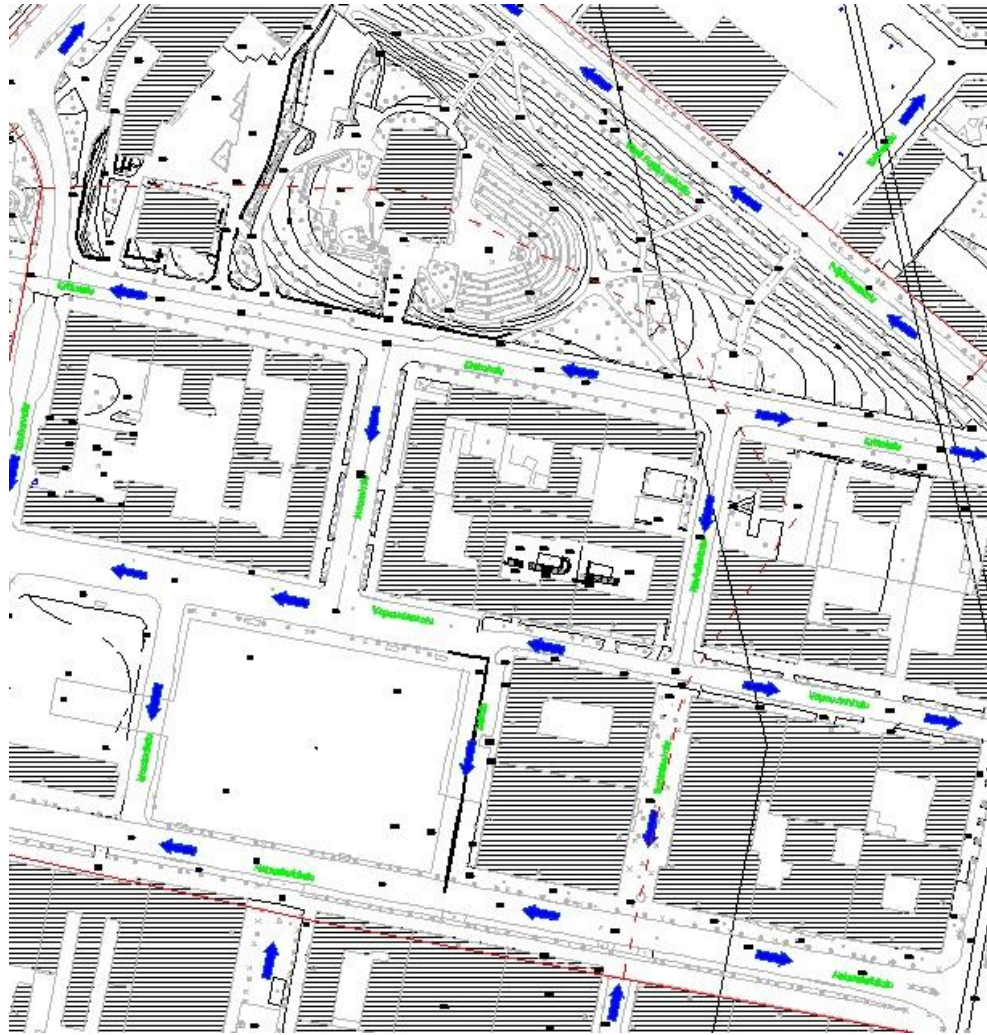




KUVA 14. Kauppakadulla ja Kulmakadulla sijaitsevat tulvariskikohteet ja vesien virtaussuunnat (muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2014)



KUVA 15. Vesien valuntasuuntien jakautuminen tarkastelualueella (Rautatiekatu) (muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2014)



KUVA 16. Vedenjakaja, punainen katkoviiva osoittaa rajan (muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2014)

### 9.3 Tarkastelualan ulkopuolisia kaupunkitulvariskikohteita

Lahdessa on useita kokemusperäisiä kaupunkitulvariskikohteita tarkastelualan ulkopuolella. Ulkopuoliset tulvariskikohteet on esitetty kartassa (LIITE 4) Hannu Mustosen (2013) mukaan, jossa sateen toistuvuus on kerran 100 tai kerran 50 vuodessa. Seuraavassa luettelossa on esitetty kokemusperäiset tulvaherkät kohteet Lahdessa:

- Launeen markettialue (Viemäriverkosto uusittu alueella)
- Vesijärvenkatu rautatiesillan alla



- Saksalankatu Paskurin-ojan yläpuolella
- Pikku-Vesijärven läheisyydessä
- Linja-autoaseman ja Vesijärven välinen alue.

Lisäksi haastattelujen perusteella kaupunkitulvakokemuksia on seuraavista kohteista:

- Hennalan kasarmin ja Ravintola Männyn kohta
- Kirjaston kohta Laaksokadulla
- Lidlin kohta Lahdenkadulla.

Korkeuspisteaineiston tarkastelussa ilmenneitä muita mahdollisia tarkastelualueen ulkopuolisia riskikohteita, joissa haittaa aiheutuisi lähinnä liikenteelle:

- Johannankadun ja Kolkankadun risteyksessä
- Kauppakadun alkupää Lahdenkadun päässä
- Kiveriönkadun ja Saimaankadun risteys
- Viipurintie 15. kohdalla
- Ahtialantien ja Järvenpäänkadun risteyksessä
- Viherlaaksontie 15. ja 22. kohdalla
- Hirsimetsäntie 33. ja 35. sekä 20. ja 22. kohdalla
- Seponkatu Kauppakadun päässä

## 10 YHTEENVETO

Lahden keskusta-alue sijaitsee niin sanotussa montussa, minkä vuoksi vedet kerääntyvät tiettyihin kohteisiin (LIITE 4). Lähistöllä olevat kiinteistöt ovat suuressa vaarassa vahingoittua rankkasadetulvan sattuessa. Hulevesien hallinnan vastuiden selkeyttäminen ja läpivieminen koko kaupunkiorganisaatioon, aina päätöksenteosta kunnallistekniikkaan ja maankäyttöön, edistää kaupungin kestävyyttä ilmastonmuutoksessa. Hyvällä päätöksenteolla ja maankäytön suunnittelulla voidaan vaikuttaa eniten tulvariskien- ja hulevesienhallintaan ja välttää niiden mahdollisesti aiheuttavat vahingot. Vahinkojen syntymisen ehkäisyllä säästetään kustannuksissa pitkällä aikavälillä. Kaupunkitulvien varalle olisi lisäksi hyvä laatia toimintasuunnitelma koko kaupunkiorganisaation tasolla, jossa jokaiselle toimijalle on laadittu vastuualue ja hoidettavat tehtävät (Päijät-Hämeen pelastuslaitos, Lahti Aqua Oy ja Kunnallistekniikka).

### 10.1 Parannusehdotukset

Työn aikana on koottu erilaisia suosituksia ja ohjeita yksityisten kiinteistöjen omistajille, maankäytölle ja kunnallistekniikalle. Suositusten tarkoituksena on auttaa eri tahoja pohtimaan tulvariskivahinkojen välttämistä jatkossa erilaisilla toimenpiteillä. Ennaltaehkäisyllä pyritään välttämään suuria vahinkoja ja kustannuksia.

#### Kiinteistöt

- Yksityisten kiinteistöjen vastuulle voisi asettaa useita eri toimia tulvariskien hallitsemiseksi ja kiinteistöjen järjestelmien vahingoittumisen estämiseksi. Vaatimukset olisi hyvä kirjata rakennusjärjestykseen.
- Kiinteistöiltä voisi vaatia omien pienimuotoisten tulvantorjuntakalustojen hankkimista erityisen herkissä kohteissa (hiekkasäkit ja tulvavallit). Mika Nevalaisen mukaan Vapaudenkadulla torin kohdalla on kiinteistöjen kellarit perustettu kallioon, jolloin vesi valuu helposti kellareihin kalliopintoja pitkin.

## Tekniset ja muut ”herkät laitteet”

- Päijät-Hämeen kuntien yhteinen turvallisuus- ja riskienhallintapäällikkö Antti Prepula toivoo, että erityisesti herkät tekniset laitteet olisi hyvä poistaa kellareista ja nostaa maan pinnalle. Näin vältettäisiin teknisten laitteiden rikkoutuminen ja siitä syntyvät häiriöt.

## Viemäriverkosto

- Padotuskorkeuksien alapuoliset viemäristöt olisi hyvä varustaa padotusventtiilillä, joka toimii itsestään ja tarvittaessa voidaan sulkea käsin.
- Kiinteistöjen vanhat putkitukset ovat riski. Teknisiä ratkaisuja ja saneerauksia olisi hyvä harkita kohteissa, joissa putkitukset ovat vanhoja.
- Syvemmät putkitukset mahdollistaisivat veden paremman imeyttämisen maaperään.
- Suositeltavaa olisi padotuskorkeuksien nostaminen tulvariskikohteissa esimerkiksi +2000 mm erillisviemäroinnissä ja +200 mm sekavesiviemäroinnissä. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D1 on padotuskorkeudeksi määritelty +1000 mm erillisviemäroinnissä tonttiviemäriin liittämiskohdassa ja +100 mm kadun pintaan tonttiviemäriin liitoskohdassa sekavesiviemäroinnissä.
- Sadevesiviemäreiden uudelleen mitoittamisen tarve olisi hyvä selvittää. Viemäriverkoston tilaa ja riittävyyttä on hyvä selvittää, jotta rankkasadetulvien aiheuttamilta vahingoilta ja mahdollisilta kustannuksilta välttyttäisiin.

### Suojapumppaus

- Rakennusvaiheessa olisi hyvä huomioida suojapumppauksen mahdollistaminen mahdollisissa tulvimistilanteissa. Viemäreiden tulviessa pohjavedenlaatu voi vaarantua, sillä keskusta sijaitsee pohjavesialueella.
- Mahdollisen tulvatilanteen sattuessa olisi hyvä tietää, mihin vettä voidaan pumpata turvallisesti aiheuttamatta riskiä tai vahinkoa muualle.

### Tulvavesien johtaminen ja hyödyntäminen

- Katoilta tulevien hulevesien hyödyntämismahdollisuuksien selvittäminen kastelussa tai viihtyisyyden parantamisessa olisi järkevää, jolloin suora johtaminen hulevesiviemäristöön vähentäisi myös niiden aiheuttamaa kuormitusta. Esimerkiksi viherkattojen käyttömahdollisuuksia ja toimivuutta olisi hyvä selvittää.
- Mahdollisten tulvavesien johtamista puistoihin ja viheralueiden käyttöön olisi hyvä selvittää.
- Vesien ohjaaminen pois keskusta-alueelta vähentää keskustan tulvariskiä. Vesiä on jo ohjattu keskustasta Joutjärveen, mikä on käytännössä pienentänyt keskustan valuma-aluetta.

### Lisäys rakennusmääräykseen

- Rakennusmääräyksessä voitaisiin kieltää kellareiden ja muiden vastaavien tilojen rakentaminen maan alle tulvariskialueilla.

## Kaavoitus ja maankäyttö

- Tontteja kaavoitettaessa kiellettäisiin määräyksin maanalaisten kellareiden rakentaminen alueille, joilla tulvariski on mahdollinen.
- Uusia alueita kaavoitettaessa tehtäisiin tilavaraukset tulvareiteille ja vettä läpäisemätön pinta jätettäisiin mahdollisimman vähäiseksi. Muuttuvan ilmaston ja sen myötävaikutusten parempi huomioiminen kaikessa toiminnassa olisi tärkeää.
- Luonnonmukaisten tilojen palauttaminen tai lisääminen keskusta-alueella edistäisi hulevesien hallintaa. Vastaavasti pienimuotoiset pinnanvaihtelut mutkistaisivat veden valuntareittejä.
- Tonttien kaadoilla ja niiden muotoilulla voitaisiin estää vesien suora valuminen rakennuksiin.

## Katu- ja liikennealueet

- Entistä paremmalla katualueiden ja viemäreiden puhtaanapidolla, etenkin tulvaherkissä kohteissa ja niiden läheisyydessä, voidaan hallita hulevesiä. Katualueiden ja viemäreiden suun puhtaanapito roskista on merkittävää, ettei viemäreiden imukyky heikkenee rankkasateiden aikana.
- Katujen kunnostamisen ja uusimisen yhteydessä voisi tehdä reunakivien korotuksia (paikoitellen jo tehty) ja tulvareittien rakentamista sekä liikennealueiden pintamateriaalien muuttamista vettäläpäiseviksi mahdollisuuksien mukaan. Liikennealueilla voisi hyödyntää myös imeytysmenetelmiä (käsitelty luvussa 6.4.1) ja biosuodatusta.

## 10.2 Jatkotutkinta-aiheet

Mahdollisia jatkotutkinta-aiheita kaupunkitulvariskien hallintaan liittyen löytyy useita. Kaupunkitulvien vaikutuksia kaupunkiekologiaan sekä tulvaeroosion aiheuttamien riskien selvittäminen kaupunkitulvissa olisi hyvä jatkoselvittää. Etenkin Lahden kaupungin kannalta olisi oleellista selvittää miten viemäriverkosto vetää erityisen rankkojen sateiden aikana ja mihin mahdolliset tulvavedet voisi turvallisesti johtaa ja pumpata. Mahdolliset jatkotutkinta-aiheet on esitetty seuraavassa listassa:

- Tulvaeroosion riskit kaupunkitulvissa
- Tulvien vaikutukset kaupunkiekologiaan
- Miten viemäriverkosto vetää rankkasateiden aikana

## LÄHTEET

### KIRJALLISET LÄHTEET

Euroopan komissio. 2008. Pohjaveden suojelu Euroopassa. Euroopan unioni.

Euroopan unioni. 2013. EU:n strategia ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi. Euroopan komissio.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/60/EY. 2007. Euroopan unioni.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY. 2000. Euroopan unioni.

Hakola, J. 2011. Hulevesien luonnonmukainen hallinta. Espoo. Yrkeshögskolan Novia.

Kaatra, K. 2011. Hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelu. Maa- ja metsätalousministeriö.

Lahden kaupunki. 2010. Lahden kaupungin hulevesiohjelma. Lahti: Lahden seudun ympäristöpalvelut.

Lahden kaupunki. 2011. Lahden kaupungin strategia 2025. Lahti.

Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. MMM:n julkaisuja 1/2005. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

Malin, I., Värttö, H., Jänis, R., Sillanpää, N., Horppila, P., Lastikka, M., Neuvonen, H., Kujala, K., Salminen, T., Rope, A., Uurtamo, J., Siikanen, K., Karu-Hanski, T., Simonen, A., Lipponen, M., Heikkonen, M., Hiltunen, J., Mäkinen, H. & Jormola, J. 2010. Lahden kaupungin hulevesiohjelma. Lahti:

Lahden kaupunki, Tekninen- ja ympäristötoimiala, Lahden seudun ympäristöpalvelut.

Mäyränpää, R. & Rihkavuori, R., 2011. Seudullinen pohjaveden suojelusuunnitelma vuosille 2012-2021. Lahti: Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut.

Porin kaupunki. 2009. Porin kaupunkitulva 12.8 2007, loppuraportti. Pori.

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.

Sänkiaho, L. & Sillanpää, N. 2012. STORMWATER-hankkeen loppuraportti. Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE + TEKNOLOGIA 4/2012. Helsinki.

Vakkilainen, P., Kotola, J. & Nurminen, J. 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen ympäristö 776. Ympäristöministeriö. Helsinki: Edita Prima Oy.

Venäläinen, A., Jylhä, K., Kilpeläinen, T., Saku, S., Tuomenvirta, H., Vajda, A. & Ruosteenoja, K. 2009. Recurrence of heavy precipitation, dry spells and deep snow cover in Finland based on observations. Finnish meteorological institute.

Vesihuoltolaki 119/2001.

Vesilaki 587/2011.

Ympäristösuojelulaki 86/2000.



## ELEKTRONISET LÄHTEET

Eduskunta. 2014. Hallituksen esitys eduskunnalle ilmastolaiksi.

Ympäristöministeriö [viitattu 28.8.2014]. Saatavissa:

[http://217.71.145.20/TRIPviewer/show.asp?tunniste=HE+82/2014&base=erhe&p  
alvelin=www.eduskunta.fi&f=WORD](http://217.71.145.20/TRIPviewer/show.asp?tunniste=HE+82/2014&base=erhe&palvelin=www.eduskunta.fi&f=WORD)

Euroopan Unioni. 2014. Ilmastonkestävä kaupunki – työkaluja suunnitteluun.

Euroopan Unioni [viitattu 26.2.2014]. Saatavissa:

<http://www.ilmastotyokalut.fi/hanke/>

European Comission, European Environment Agency. 2014. Adaptation

strategies. European Comission, European Environment Agency [viitattu

26.2.2014]. Saatavissa: [http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/adaptation-  
strategies](http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/adaptation-strategies)

ILKKA-hanke. 2014a. Vantaan Tikkurilantiellä testataan hulevesien

biosuodatusalueita. ILKKA-hanke. [viitattu 26.10.2014]. Saatavissa:

[http://ilmasto-opas.fi/fi/kunnat/ratkaisuja/toimialan/-/artikkeli/c/7dd7c173-0e4a-  
4607-8e22-cd51d6ef2778/a/70306b47-dd97-42bf-a538-ed781f8039de/vantaa](http://ilmasto-opas.fi/fi/kunnat/ratkaisuja/toimialan/-/artikkeli/c/7dd7c173-0e4a-4607-8e22-cd51d6ef2778/a/70306b47-dd97-42bf-a538-ed781f8039de/vantaa)

ILKKA-hanke. 2014b. CLASS-hankkeessa kehitetään vettä läpäiseviä

päällysmateriaaleja kaupunkipinnoille hulevesien hallinnan helpottamiseksi.

ILKKA-hanke [viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: [http://ilmastotyokalut.fi/parhaat-  
kaytannot/hulevesien-hallinta/class-hankkeessa-kehitetaan-vetta-lapaisevia-  
paallysmateriaaleja-kaupunkipinnoille/](http://ilmastotyokalut.fi/parhaat-kaytannot/hulevesien-hallinta/class-hankkeessa-kehitetaan-vetta-lapaisevia-paallysmateriaaleja-kaupunkipinnoille/)

ILKKA-hanke. 2014c. Rotterdamin vesiaukiot. ILKKA-hanke [viitattu

26.9.2014]. Saatavissa: [http://www.ilmastotyokalut.fi/parhaat-kaytannot/vesi-ja-  
jatehuolto/rotterdam-vesiaukiot/](http://www.ilmastotyokalut.fi/parhaat-kaytannot/vesi-ja-jatehuolto/rotterdam-vesiaukiot/)

ILKKA-hanke. 2014d. Augustenborgin asuinalueen tulvaongelma poistui

avoimella viemäriverkostolla. ILKKA-hanke [viitattu 16.10.2014]. Saatavissa:

[http://ilmastotyokalut.fi/parhaat-kaytannot/hulevesien-hallinta/augustenborgin-  
asuinalueen-tulvaongelma-selatty-avoimella-viemariverkostolla/](http://ilmastotyokalut.fi/parhaat-kaytannot/hulevesien-hallinta/augustenborgin-asuinalueen-tulvaongelma-selatty-avoimella-viemariverkostolla/)

Ilmatieteen laitos. 2014a. IPCC:n arviointiraportit: Kirjoittajina laaja joukko huippuasiantuntijoita. SYKE. [viitattu: 27.8.2014]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/arviointiraportit>

Ilmatieteen laitos. 2014b. IPCC:n arviointiraportit: Viides arviointiraportti. SYKE [viitattu: 27.8.2014]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/uusin-arviointiraportti>

Ilmatieteen laitos. 2014c. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa. SYKE [viitattu: 17.2.2014]. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html>

Ilmatieteen laitos. 2014d. Nykyinen ilmasto – 30 vuoden keskiarvot. SYKE [viitattu: 17.2.2014]. Saatavissa: <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/1c8d317b-5e65-4146-acda-f7171a0304e1/nykyinen-ilmasto-30-vuoden-keskiarvot.html>

Intergovernmental panel on climate change. 2014. Organization, IPCC [viitattu: 7.1.2014] Saatavissa: <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>

Lahden kaupunki. 2014a. Hollola - Lahti - Nastola ympäristöpolitiikka 2013-2016. [viitattu: 9.9.2014] Saatavissa: <http://www.lahti.fi/www/cms.nsf/pages/4830B82F5DF8B4CBC2256F8D00247AF7>

Lahden kaupunki. 2013a. Lahden, Hollolan ja Nastolan pohjavesialuekartta. Lahti [viitattu: 16.9.2014]. Saatavissa: [http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/ad84e82d046bd567c2257aef00445a64/\\$file/pohjavedet%20%20ja%20lähteet%20holana.jpg](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/ad84e82d046bd567c2257aef00445a64/$file/pohjavedet%20%20ja%20lähteet%20holana.jpg)

Lahden kaupunki. 2013b. Rakennusjärjestys Lahti, Nastola, Kärkölä. Lahti [viitattu: 1.9.2014]. Saatavissa: [http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/C1F63BDB422ACBB1C2257B630040169B/\\$file/Rakennusj%C3%A4rjestys%20Lahti-Nastola-K%C3%A4rk%C3%B6l%C3%A4%20liitekarttoineen%202013.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/C1F63BDB422ACBB1C2257B630040169B/$file/Rakennusj%C3%A4rjestys%20Lahti-Nastola-K%C3%A4rk%C3%B6l%C3%A4%20liitekarttoineen%202013.pdf)

Lahden kaupunki. 2007. Kiinteistölle kuuluvat kadunhoitotyöt. Lahti. [viitattu: 1.9.2014]. Saatavissa:  
<http://www.lahti.fi/www/cms.nsf/pages/0941A69E3FB6BBFCC22572260043F123>

Lahden kaupunki. 2014c. Puistoja Lahdessa. Lahti. [viitattu: 1.10.2014]  
 Saatavissa:  
<http://www.lahti.fi/www/cms.nsf/pages/D7591D3D202058A7C22574890040D21B>

Lahden kaupunki. 2014b. Pohjavedet Hollolassa, Lahdessa ja Nastolassa. Lahti. [viitattu: 6.9.2014]. Saatavissa:  
<http://www.lahti.fi/www/cms.nsf/pages/3DD731D0D3531AA0C2256F1F002E0A8B>

Lahden seudun ympäristöpalvelut. 2014. Vesijärvi. Lahti. [viitattu: 5.9.2014].  
 Saatavissa:  
<http://www.lahdenseudunluonto.fi/luontokohteet/lahti/retkikohteet/vesijarvi>

Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978.  
 Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1978/19780669>

Linfors, A. & Laukkanen, A. 2013. Vesijärven vedenlaadun alueellinen kartoitus 21.5.2013. Luode Consulting Oy. [viitattu: 21.10.2014] Saatavissa:  
[http://www.puhdasvesijarvi.fi/easydata/customers/puhdasvesijarvi/files/melli/dokumentit/vesijarven\\_vedenlaatukartoitus\\_luode\\_oy\\_2013\\_seka\\_laboratoriotulokset.pdf](http://www.puhdasvesijarvi.fi/easydata/customers/puhdasvesijarvi/files/melli/dokumentit/vesijarven_vedenlaatukartoitus_luode_oy_2013_seka_laboratoriotulokset.pdf)

Maa- ja metsätalousministeriö. 2014. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. Maa- ja metsätalousministeriö [viitattu: 18.3.2014].  
 Saatavissa:  
[http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140314\\_sopeutumisstrategia.html](http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140314_sopeutumisstrategia.html)

Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. 2014a. Hulevesitarkkailu. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. [viitattu: 1.9.2014]. Saatavissa:  
[http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/seuranta/kuormituksen\\_seuranta/hulevesitarkkailu](http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/seuranta/kuormituksen_seuranta/hulevesitarkkailu)

Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. 2014b. Mekaaniset ja kemialliset kunnostustoimenpiteet järvien tilan parantamisessa - MELLI. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö [viitattu: 21.10.2014]. Saatavissa: [http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/melli\\_/etusivu](http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/melli_/etusivu)

Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö. 2014c. Vesijärven vedenlaadun alueellinen kartoitus. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö [viitattu: 21.10.2014]. Saatavissa: [http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/melli\\_/hanketietoa/vesijarven\\_vedenlaadun\\_alueellinen\\_kartoitus](http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/melli_/hanketietoa/vesijarven_vedenlaadun_alueellinen_kartoitus)

Ramboll. 2013. Hämeenlinna, Engelinrannan hulevesiselvitys. Ramboll [viitattu: 6.11.2014]. Saatavissa: [http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.innopark.fi%2Fattachments%2Fuudet\\_hankeaineistot%2Fengelinrannan\\_hulevesiselvitys\\_raportti\\_31-12-2013.pdf&ei=ddFcVO-YB4nCPIb5gMAO&usg=AFQjCNHJ24-4GdPWlf21L4MR\\_E\\_SKoPDCg&bvm=bv.79184187,d.ZWU](http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.innopark.fi%2Fattachments%2Fuudet_hankeaineistot%2Fengelinrannan_hulevesiselvitys_raportti_31-12-2013.pdf&ei=ddFcVO-YB4nCPIb5gMAO&usg=AFQjCNHJ24-4GdPWlf21L4MR_E_SKoPDCg&bvm=bv.79184187,d.ZWU)

Vesijärven ystävät ry. 2014. Pohjavesien vaikutus veden laatuun ja hydrologiaan. Vesijärven ystävät ry. [viitattu: 5.5.2014]. Saatavissa: <http://www.vesku.net/vesijarvi/mitat-hydrologiset-tiedot>

Ympäristöhallinto. 2014a. Pohjavesialueet. Ympäristöhallinto. [viitattu: 6.9.2014]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi\\_ja\\_meri/Vesien\\_ja\\_merensuojelu/Pohjaveden\\_suojelu/Pohjavesialueet/Pohjavesialueet%2826765%29](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Pohjaveden_suojelu/Pohjavesialueet/Pohjavesialueet%2826765%29)

Ympäristöhallinto. 2014b. Tulvariskien hallintasuunnitelmat – ajankohtaista. SYKE. [viitattu: 19.9.2014]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi\\_ja\\_meri/Tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta/Tulvariskien\\_hallinnan\\_suunnittelu/Tulvariskien\\_hallintasuunnitelmat/Tulvariskien\\_hallintasuunnitelmat\\_\\_ajank%2831222%29](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_suunnittelu/Tulvariskien_hallintasuunnitelmat/Tulvariskien_hallintasuunnitelmat__ajank%2831222%29)

Ympäristöministeriö. 2014. Ilmastolain valmistelu. Ympäristöministeriö [viitattu: 28.8.2014]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/ilmastolaki>

WWF Suomi. 2014. Mikä Green Office? WWF Suomi [viitattu: 28.8.2014].  
Saatavissa: <http://wwf.fi/vaikuta-kanssamme/greenoffice/mika-green-office/>

## SUULLISET LÄHTEET

Honkanen, P. 2014. Mittauspäällikkö. Lahden kaupunki. Haastattelu 4.11.2014.

Kajander, S. 2014. Paikkatietoinsinööri. Lahden kaupunki. Haastattelut 23.4.2014 ja 27.10.2014.

Mustonen, H. 2013. Toimitusjohtaja. Aqua Palvelu Oy. Haastattelu 6.11.2014.

Nevalainen, M. 2013. Palomestari. Päijät-Hämeen pelastuslaitos. Haastattelu 7.11.2014.

Peltonen, P. 2014. Suunnitteluinsinööri. Lahden kaupunki. Haastattelu 26.10.2014.

Permanto, T. 2013, 2014. Ympäristönsuojelusuunnittelija. Lahden kaupunki. Haastattelut vuosina 2013 ja 2014.

Prepula, A. 2014. Päijät-Hämeen kuntien yhteinen turvallisuus- ja riskienhallintapäällikkö. Päijät-Hämeen liitto. Haastattelu 29.1.2014.

Siikanen, K. 2014. LVI-insinööri. Lahden kaupunki. Haastattelu 18.2.2014.

Sivonen, M. 2014. Rakennusvalvontapäällikkö. Lahden kaupunki. Haastattelu 28.1.2014.

## KUVALLISET LÄHTEET

KUVIO 1. Maa- ja metsätalousministeriö. 2014. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. Maa- ja metsätalousministeriö [viitattu: 18.3.2014].

Saatavissa:

[http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140314\\_sopeutumisstrategia.html](http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140314_sopeutumisstrategia.html))

KUVIO 2. Maa- ja metsätalousministeriö. 2014. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. Maa- ja metsätalousministeriö [viitattu: 18.3.2014].

Saatavissa:

[http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140314\\_sopeutumisstrategia.html](http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140314_sopeutumisstrategia.html)

KUVIO 3. Maa- ja metsätalousministeriö. 2014. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. Maa- ja metsätalousministeriö [viitattu: 18.3.2014].

Saatavissa:

[http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140314\\_sopeutumisstrategia.html](http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140314_sopeutumisstrategia.html)

KUVIO 4. Malin, I., Värttö, H., Jänis, R., Sillanpää, N., Horppila, P., Lastikka, M., Neuvonen, H., Kujala, K., Salminen, T., Rope, A., Uurtamo, J., Siikanen, K., Karu-Hanski, T., Simonen, A., Lipponen, M., Heikkonen, M., Hiltunen, J., Mäkinen, H. & Jormola, J. 2010. Lahden kaupungin hulevesiohjelma. Lahti: Lahden kaupunki, Tekninen- ja ympäristötoimiala, Lahden seudun ympäristöpalvelut.

KUVIO 5. Malin, I., Värttö, H., Jänis, R., Sillanpää, N., Horppila, P., Lastikka, M., Neuvonen, H., Kujala, K., Salminen, T., Rope, A., Uurtamo, J., Siikanen, K., Karu-Hanski, T., Simonen, A., Lipponen, M., Heikkonen, M., Hiltunen, J., Mäkinen, H. & Jormola, J. 2010. Lahden kaupungin hulevesiohjelma. Lahti: Lahden kaupunki, Tekninen- ja ympäristötoimiala, Lahden seudun ympäristöpalvelut.

KUVIO 6. Lahden kaupunki. 2011. Lahden kaupungin strategia 2025. Lahti.

KUVIO 7. Ympäristöhallinto. 2014. Pohjavesialueet. Ympäristöhallinto. [viitattu: 6.9. 2014]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi\\_ja\\_meri/Vesien\\_ja\\_merensuojelu/Pohjaveden\\_suojelu/Pohjavesialueet/Pohjavesialueet%2826765%29](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Pohjaveden_suojelu/Pohjavesialueet/Pohjavesialueet%2826765%29)

KUVIO 8. Malin, I., Värttö, H., Jänis, R., Sillanpää, N., Horppila, P., Lastikka, M., Neuvonen, H., Kujala, K., Salminen, T., Rope, A., Uurtamo, J., Siikanen, K., Karu-Hanski, T., Simonen, A., Lipponen, M., Heikkonen, M., Hiltunen, J., Mäkinen, H. & Jormola, J. 2010. Lahden kaupungin hulevesiohjelma. Lahti: Lahden kaupunki, Tekninen- ja ympäristötoimiala, Lahden seudun ympäristöpalvelut.

KUVIO 9. Maanmittauslaitos 2014. Paikkatietoikkuna [viitattu: 29.9.2014]. Saatavissa:

<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta;jsessionid=E5360D95E2AFB7F74471206085D6E2AC>

KUVIO 10. Malin, I., Värttö, H., Jänis, R., Sillanpää, N., Horppila, P., Lastikka, M., Neuvonen, H., Kujala, K., Salminen, T., Rope, A., Uurtamo, J., Siikanen, K., Karu-Hanski, T., Simonen, A., Lipponen, M., Heikkonen, M., Hiltunen, J., Mäkinen, H. & Jormola, J. 2010. Lahden kaupungin hulevesiohjelma. Lahti: Lahden kaupunki, Tekninen- ja ympäristötoimiala, Lahden seudun ympäristöpalvelut.

KUVIO 11. Ilmatieteen laitos. 2014. Sadetta ja poutaa. Ilmatieteen laitos. [viitattu: 20.9.2014] Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/sade>

KUVA 1. Wavin Labko Oy. Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto

KUVA 2. Lahden kaupunki 2012.

KUVA 3. FCG. Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto

KUVA 4. FCG. Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto

KUVA 5. Lahden kaupunki 2014.

KUVA 6. FCG. Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto

KUVA 7. Lahden kaupunki 2012.

KUVA 8. FCG, Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto

KUVA 9. LV Lahti Vesi Oy. 2004a. Taajamatulvat Lahdessa. PowerPoint-esitys. LV Lahti Vesi Oy: Hannu Mustonen

KUVA 10. RYVE-hanke. 2004. Taajamatulvat Lahdessa. PowerPoint-esitys. LV Lahti Vesi Oy: Hannu Mustonen

KUVA 11. LV Lahti Vesi Oy. 2004b. Taajamatulvat Lahdessa. PowerPoint-esitys. LV Lahti Vesi Oy: Hannu Mustonen

KUVA 12. Muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2011.

KUVA 13. Muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2014.

KUVA 14. Muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2014.

KUVA 15. Muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2014.

KUVA 16. Muokattu lähteestä Lahden kaupunki 2014.



## LIITTEET

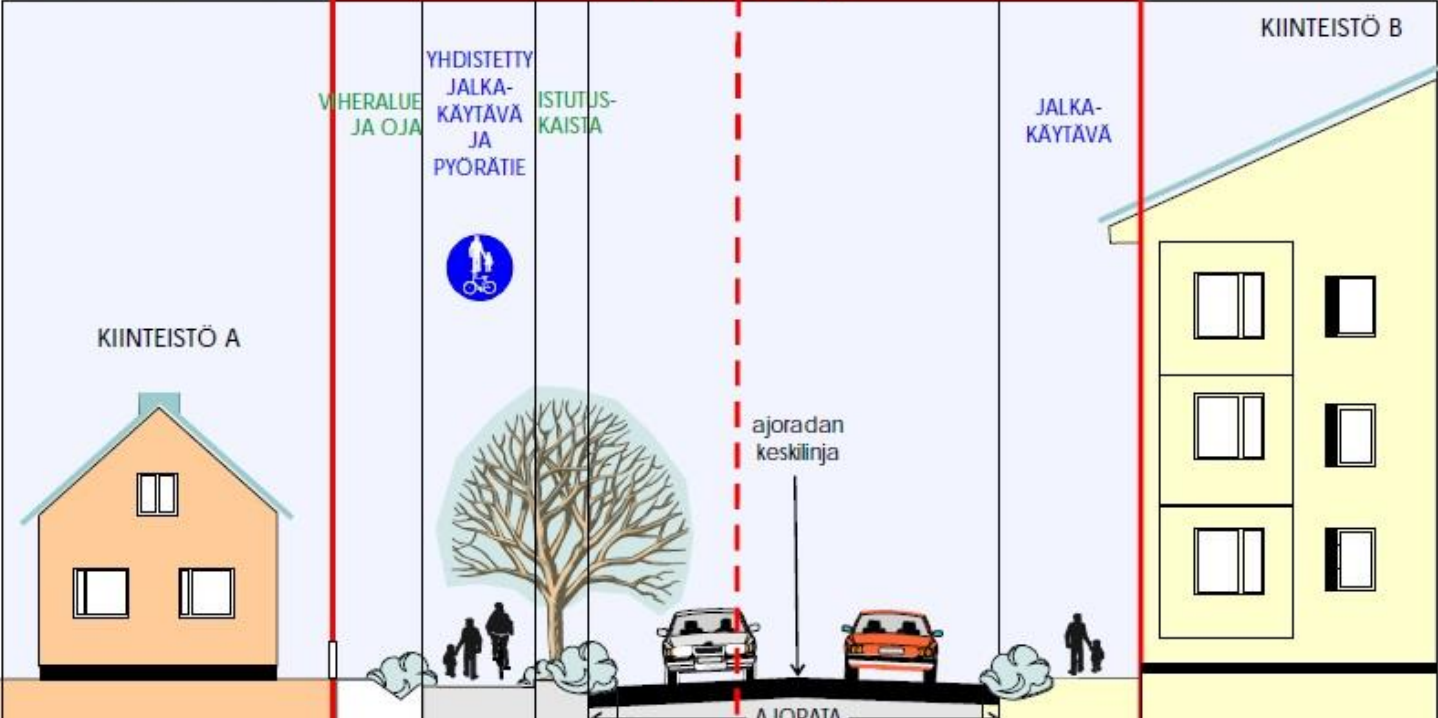
LIITE 1. Kunnossapidon vastuut, Lahden kaupunki

LIITE 2. Lahden kaupungin strategia 2025, toimintamallit

LIITE 3. Kartta kaupunkitulvariskikohteista ja veden virtaussuunnista

LIITE 4. Lahden tulvaherkät kohteet kokemuseräisesti 12.11.2013

## LIITE 1. Kunnossapidon vastuut, Lahden kaupunki

KUNNOSSA KAIKEN AIKAA		ASEMAKAAVAN MUKAINEN KATUALUE katualueen keskiliinja						KIINTEISTÖ B	
		VIHERALUE JA OJA		YHDISTETTY JALKA- KÄYTÄVÄ JA PYÖRÄTIE		ISTUTUS- KAISTA		JALKA- KÄYTÄVÄ	
KIINTEISTÖ A		ei talvi- kun- nossa- pitoa		K		K		B	
TALVIKUNNOSSAPITO - lumen ja jään poisto - liukkauden torjunta - hiekoitushiekan poisto - jalkakäytävälle ja sen viereen aurattujen lumivallien poiskuljetus - katuojien ja sadevesikourun pitäminen lumettomana ja jäättömänä		A enintään 3 m		A		K		B	
PUHTAANAPITO - lian, lehtien, roskien, rikkaruohojen ja irtonaisten esineiden poisto - kasvillisuuden siistiminen		K		K		K		B	
MUU - päällysteiden korjaus - kadun kalusteiden hoito - liikennemerkkien ja opasteiden hoito		K		K		K		K	
A = pientalo K = kunta B = kerrostalo		VIHERALUE JA OJA		YHDISTETTY JALKA- KÄYTÄVÄ JA PYÖRÄTIE		ISTUTUS- KAISTA			
		katualueen keskiliinja ASEMAKAAVAN MUKAINEN KATUALUE						Allu 7.5.2007	

Allu 7.5.2007

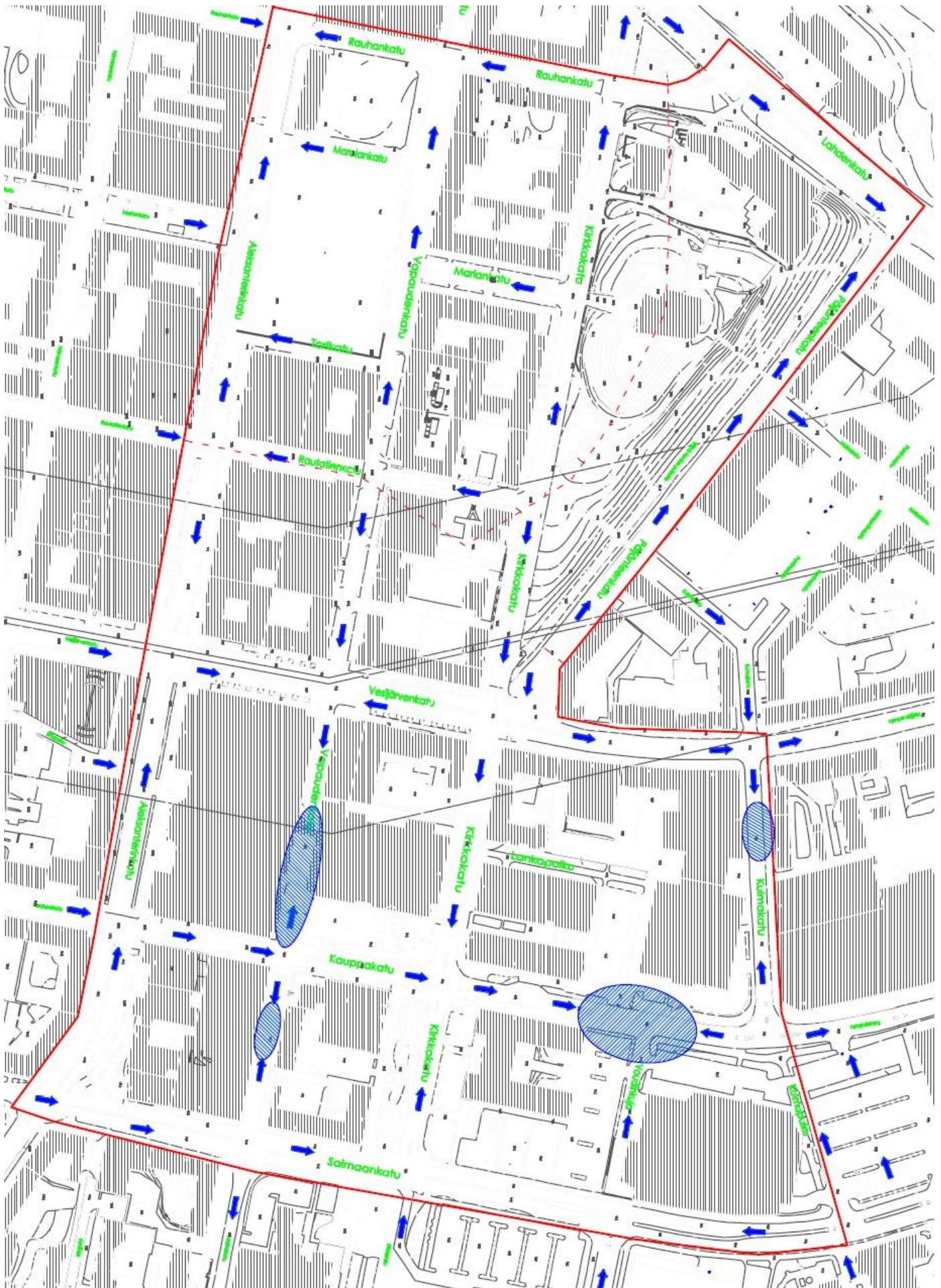
LIITE 2. Lahden kaupungin strategia 2025, toimintamallit

Lahti on houkutteleva ja elinvoimainen ympäristökaupunki





LIITE 3. Kartta kaupunkitulvariskikohteista ja veden virtaussuunnista





LIITE 4. Lahden tulva-herkät kohteet kokemuspärisesti 12.11.2013

